

Sveučilište u Zadru

Odjel za arheologiju

Diplomski sveučilišni studij arheologije (jednopedmetni)

Tena Festini

**Upotreba olova za zaštitu brodskog trupa na
primjeru broda Sv. Jerolim (16. st.)**

Diplomski rad

Zadar, 2017.

Sveučilište u Zadru

Odjel za arheologiju

Diplomski sveučilišni studij arheologije (jednopedmetni)

Upotreba olova za zaštitu broskog trupa na primjeru broda Sv. Jerolim (16. st.)

Diplomski rad

Student/ica:

Tena Festini

Mentor/ica:

doc. dr. sc. Irena Radić Rossi

Zadar, 2017.



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Tena Festini**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Upotreba olova za zaštitu brodskog trupa na primjeru broda Sv. Jerolim (16. st.)** rezultat mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mog rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mog rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 30. listopada 2017.

Sadržaj:

Uvod	1
1. Kulturno-povijesni kontekst šesnaestog i sedamnaestog stoljeća	4
1.1 Europa u 16. i 17. stoljeću	4
1.2 Dubrovnik u 16. i 17. stoljeću.....	7
1.3 Brodska konstrukcija na prijelazu iz srednjeg u novi vijek	9
2. <i>Sv. Jerolim</i> : brodolom broda iz 16. stoljeća u uvali Suđurađ na otoku Šipanu	15
2.1 Povijest istraživanja	15
2.2 Brodska konstrukcija, oprema i naoružanje.....	20
2.3 Ostali nalazi	25
3. Olovo kao materijal za zaštitu brodskog trupa	27
3.1 Fizikalna i kemijska svojstva olova	27
3.2 Proizvodnja olova u ranom novom vijeku	30
4. Upotreba olova za zaštitu brodskog trupa u ranom novom vijeku (16. i 17. stoljeće)	38
4.1 Osnovni pojmovi vezani uz zaštitu brodskog trupa.....	38
4.2 Pisani izvori	43
4.3 Dosadašnja istraživanja.....	51
4.4 Brodolomi s olovnom zaštitom.....	55
4.5 Osnovne karakteristike olovne zaštite brodskog trupa	66
4.6 Rasprostranjenost i kulturna pripadnost brodova s upotrebom olova za zaštitu brodskog trupa	68
4.7 Vrijeme upotrebe olova za zaštitu brodskoga trupa.....	70
4.8 Razlozi upotrebe olova za zaštitu brodskog trupa	72
5. Upotreba olova za zaštitu brodskog trupa na primjeru broda <i>Sv. Jerolim</i>	75
5.1 Ostaci olovne zaštite brodskog trupa na nalazištu u uvali Suđurađ na Šipanu.....	75
Zaključak	111
Literatura:	117

Sažetak

UPOTREBA OLOVA ZA ZAŠTITU BRODSKOG TRUPA NA PRIMJERU BRODA SV. JEROLIM (16. ST.)

Rani novi vijek je vrijeme brojnih promjena u svim sferama ljudske djelatnosti, pa tako i u brodogradnji. Ubrzane promjene u brodskoj konstrukciji koje su nastupile u ovom razdoblju rezultat su potrebe za stvaranjem plovila koje može izdržati mjesecima na moru tijekom prekooceanskih putovanja koja postaju čovjekova svakodnevnica. Veliki i komplicirani brodovi zahtijevaju nove vrste zaštite, a aplikacija olovnog lima na trup broda samo je jedna od njih. Ovaj rad pokušava razraditi problematiku upotrebe olova za zaštitu broskog trupa, koja do sada nije bila obrađena u hrvatskoj arheološkoj literaturi. Prikupljanjem oskudnih podataka iz povijesnih izvora, dosadašnjih arheoloških istraživanja i informacija s lokaliteta, daje se osnovni uvid u svrhu ovakve zaštite, njezinu rasprostranjenost i tehniku izrade. Sve to poslužilo je kao podloga za analizu olovne obloge pronađene u uvali Suđurađ na otoku Šipanu, u kojoj je 1576. godine potonuo dubrovački brod *Sv. Jerolim*.

Ključne riječi: olovna obloga, olovni lim, olovo, Šipan, Suđurađ, Dubrovačka Republika, *Sv. Jerolim*, rani novi vijek, brodska konstrukcija

Summary

THE USE OF LEAD FOR THE PROTECTION OF SHIPS' HULLS FROM THE EXAMPLE OF THE SV. JEROLIM SHIPWRECK (16TH CENTURY)

The Early Modern Age is a time of change in the array of human activities, with shipbuilding being just one aspect. Transatlantic voyages became more frequent and a part of men's everyday lives. This resulted in accelerated changes in ship construction as a direct result of the need for a ship that could spend months at sea. The large and more complex vessels needed new types of protection against damage. The application of lead sheathing to the ships' hulls is just one in an assemblage of ways in which people tried to protect their ships. The goal of this thesis is to elaborate on the process of lead sheathing, a topic which until now has been seldom represented in the Croatian archaeological literature. The acquisition of sparse data from historical sources, former archaeological research and information from the field gives insights into the purpose, diffusion of sites and the production techniques of lead sheathing for the ships' hulls. The said discussion is the foundation for the study of the sheets of lead found at the *Sv. Jerolim* shipwreck in the Bay of Suđurađ on the Island of Šipan. The ship sank in the year 1576, and belonged to the Republic of Dubrovnik.

Keywords: lead sheathing, lead sheet, lead, Šipan, Suđurađ, The Republic of Dubrovnik, *Sv. Jerolim*, Early Modern Age, ship construction

Uvod

Čovjek je zasigurno od samih početaka gradnje prvih drvenih plovila tražio načine kako ih učiniti čim sposobnijima izdržati duga razdoblja na moru te produžiti njihov vijek trajanja. Nema puno nalaza koji bi nam mogli poslužiti za rekonstrukciju načina na koje su ljudi u davnoj prošlosti štitili svoje brodove, a najranija upotreba zaštite broorskog trupa u starijoj se literaturi pripisivala Egipćanima ili Feničanima.¹ Novija istraživanja ukazuju na premazivanje trupa smolom, kako u slučaju broda pronađenog na nalazištu Zambratija u Istri, koji pripada kasnom brončanom dobu², tako i u slučaju brodova s nalazišta North Ferriby, datiranih u 13. ili 12. st. pr. Kr.³

Olovo se kao sredstvo zaštite broorskoga trupa prvi puta pojavljuje u antici, i to u 5. i u 4. st. pr. Kr., kad se većinom upotrebljava samo u vidu manjih popravaka ili zakrpa. Prvi siguran dokaz postojanja olovne obloge, odnosno olovnog lima koji prekriva cijeli trup, pronalazimo na nalazištu Kyrenia, iz zadnjeg desetljeća 4. st. pr. Kr.⁴ Na ovome su brodu olovne ploče bile poslagane transverzalno u odnosu na pružanje platica trupa, a bakreni čavli su ih pričvršćivali na drvo u dijagonalnom smjeru. Ispod obloge se nalazilo tkanje od lišća agave umočeno u smolu. Ova praksa korištenja smole i platna između olovne obloge i oplata broda u antici se pojavljuje vrlo često, iako ne u svim slučajevima, što je možda rezultat slabe očuvanosti nalaza.⁵

Nakon dužeg vremenskog razdoblja tijekom kojeg se olovo upotrebljava samo sporadično za popravke broorskoga trupa, olovna obloga se ponovno pojavljuje tek u 16. stoljeću, usporedo s europskom kolonizacijom novih zemalja⁶ i intenzivno se koristi sve do kraja 17. stoljeća,⁷ dok sporadičnu upotrebu za popravke i zaštitu određenih dijelova trupa pronalazimo i kasnije.⁸ U ovome razdoblju pomoć nam pružaju brojni povijesni izvori koji, pogotovo od druge polovice 17. stoljeća nadalje, daju uvid u neke aspekte korištenja ovakve vrste zaštite.⁹ Olovnu je oblogu imao i brod *Sv. Jerolim*, potonuo 1576. godine u uvali

¹ F. B. LAIDLAW, 1952, 211; J. CHARNOCK, 1800, 4.

² I. KONCANI UHAČ, G. BOETTO, M. UHAČ, 2017, 23.

³ J. R. STEFFY, 2006, 37.

⁴ F. HOCKER, 1995, 200.

⁵ F. HOCKER, 1995, 201.

⁶ MARR, 2006, 16.

⁷ T. N. JONES, 2004, 76.

23

⁸ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 194; P. MARDSEN, 1972, 73-75, 77, 82, 85; C. MALCOM, 2000-2001; http://www.sedwickcoins.com/shipwreck_histories/1715.htm (21.08.2017.);

<https://www.crt.state.la.us/dataprojects/archaeology/virtualbooks/NUEVO/artifact.htm> (21.08.2017.).

⁹ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 263-267 i dr.

Suđurađ na otoku Šipanu, koji se nalazio u vlasništvu trgovca Jerolima Primojevića, građanina Dubrovačke Republike.¹⁰

Proučavanje teme upotrebe olova za zaštitu broskog trupa u 16. i 17. stoljeću je tek u začetku te je većina podataka na tu temu raspršena u raznim radovima, najčešće kao dodatna zanimljivost ili neobičnost brodske konstrukcije. Malo je djela koja se bave isključivo ovakvom metodom zaštite. Stoga su ciljevi rada sljedeći:

1. iznijeti pregled dosadašnjih istraživanja na odabranu temu te sakupiti dostupne podatke iz povijesnih izvora i s arheoloških nalazišta, da bi se stvorila podloga za daljnji rad;

2. pregledati sakupljene podatke i pokušati utvrditi postoje li neka vidljiva pravila pri upotrebi olova za zaštitu broskog trupa, koja bi mogla ukazati na sličnosti u brodograđevnim tehnikama ili na provenijenciju broda na koji je olovni lim postavljen;

3. s obzirom na prethodna saznanja, provesti tipološko-komparativnu analizu nalaza olovne obloge s lokaliteta brodoloma u uvali Suđurađ na otoku Šipanu te stvoriti podlogu za buduće istraživanje i analizu sličnih nalaza.

Rad započinje općenitim pregledom stanja u Europi i u Dubrovačkoj Republici u promatranom razdoblju 16. i 17. stoljeća te uvidom u inovacije u broskoj konstrukciji. Sve se to koristi za bolje razumijevanje povijesno-kulturološkog okvira u kojem se pojavljuje olovni lim kao sredstvo zaštite broskog trupa. Nakon toga, u drugom poglavlju, raspravlja se o brodolomu *Sv. Jerolim*, s naglaskom na brodsku konstrukciju i rezultate dosadašnjih istraživanja. Ukratko se obrađuju i brodska oprema, naoružanje te ostali pokretni nalazi.

Predstavljanje upotrebe olova za zaštitu broskog trupa započinje u trećem poglavlju pregledom osnovnih karakteristika olova kao kemijskog elementa i načina njegova dobivanja iz rude u 16. i 17. stoljeću. U istom je poglavlju obrađena i tehnologija izrade olovnog lima u promatranome razdoblju.

Iduće je poglavlje srž rada i donosi podatke o upotrebi olova za zaštitu broskog trupa u 16. i 17. stoljeću, i to prvo kroz pisane povijesne izvore, rezultate dosadašnjih istraživanja i podataka s arheoloških lokaliteta. Nakon toga se nastavlja rasprava o

¹⁰ S. VEKARIĆ, 1987, 66.

osnovnim karakteristikama ovakve zaštite, njezinoj geografskoj i kulturnoj rasprostranjenosti, tehnologiji izrade i razlozima upotrebe.

Analiza nalaza olovne obloge s dubrovačkog broda *Sv. Jerolim* predmet je zaključnog, petog poglavlja, a temelji se na proučavanju situacije na terenu i dijelova olovnog lima iz inventara nalaza s istraživanja 2015. i 2016. godine.

Ovaj rad temeljen je prije svega na proučavanju do sada objavljene literature. Analiza nalaza olovne obloge sa Šipana provedena je pregledom stanja na lokalitetu tijekom dva zarona u 2016. godini te vizualnom inspekcijom nalaza ulomaka olovnog lima.

Na ovome bih mjestu zahvalila svojoj mentorici profesorici Ireni Radić Rossi koja mi je ustupila građu za analizu i koja je tijekom godina stalno poticala moj interes za podvodnu arheologiju te mi i omogućila da prvi puta zaronim na nalazištu. Zahvaljujem i Joséu Casabánu na ustupljenim podacima o konstrukciji broda *Sv. Jerolim*.

Zahvaljujem i svim mojim kolegama koji su sudjelovali u izradi inventara nalaza s lokaliteta u uvali Suđurađ na Šipanu, a posebno Katarini Batur, koja mi je pomogla pri slikanju artefakata i u raspravama. Hvala Mateju Martinčaku koji je slikao olovnu oblogu pod morem i pronašao izgubljeni GoPro te Joséu Bettencourtu i Jensu Aueru koji su mi omogućili da tijekom prakse i studentskog boravka koji su realizirani u okviru programa Erasmus+ napišem ovaj rad. Zahvaljujem Karli Gusar na savjetima vezanim uz keramiku pronađenu na brodu *Sv. Jerolim*. Hvala mojim roditeljima, a pogotovo majci koja je slikala, skenirala i pronalazila literaturu i moje bilješke dok sam ja radila u inozemstvu te me poticala u mojem radu.

Zahvaljujem i svima drugima koji su mi na bilo koji način pomogli pri izradi ovoga rada, većinom u prikupljanju literature i raspravama na određene teme, a to su: Magali Veyrat, Dave Ruff, Thijs Maarleveld, Enrique Aragon Nuñez, Eugen Maier, Sebastian Govorčin, Miranda Richardson, Beñat Eguiluz Miranda, Petra Forster i Luciano Keber.

1. Kulturno-povijesni kontekst šesnaestog i sedamnaestog stoljeća

1.1 Europa u 16. i 17. stoljeću

Kada govorimo o 16. stoljeću, automatski pomišljamo na doba renesanse koja se tradicionalno opisuje kao razdoblje izlaska iz mračnoga srednjeg vijeka, vrijeme kada čovjek otkrivanjem antičkih autora ponovno otkriva samoga sebe, kada se ubrzano razvijaju znanost i umjetnost. Ipak, ovakav način gledanja na stvari previše je simplificiran i samo djelomično opisuje pravu situaciju i promjene koje su nedvojbeno u 16. stoljeću uzele maha.¹¹

Nakon Crne smrti i ostalih katastrofa koje su poharale Europu u 14. stoljeću i izbrisale jednu trećinu ili čak jednu polovinu stanovništva, u 15. stoljeću dolazi do situacije u kojoj raste cijena rada i smanjuje se vrijednost zemlje. To do 16. stoljeća rezultira nastankom novog sloja bogatog stanovništva, buržoazije, koja imutak duguje isključivo svome radu, a ne podrijetlu, što je do tada bilo gotovo neviđeno.¹² Zbog nedostatka radne snage počinju se razvijati i strojevi koji bi ju trebali nadomjestiti. Tako sredinom 15. st. nastaje i tiskarski stroj, a do 1500. godine je tiskano oko šest milijuna knjiga,¹³ čime one postaju dostupne većem broju ljudi. Uz širenje nove metode učenja u vidu humanizma, počinju se polako razvijati i znanost i umjetnost.¹⁴

Ovakvo stanje potaknulo je i razvoj trgovine koja uzrokuje otkriće i zaposjedanje i drugih kontinenata osim Europe, kojima u 16. stoljeću još uvijek većinom vladaju Španjolska i Portugal.¹⁵ Priljev srebra iz prekomorskih zemalja izaziva sredinom istog stoljeća inflaciju u Europi, a države se zadužuju kod raznih banaka koje se počinju razvijati, od kojih je najpoznatija njemačka obitelj Fugger i đenoveški bankari.¹⁶

Iako je političko uređenje još po mnogo čemu srednjovjekovno, u kojemu vlast u rukama drže velike plemićke porodice, već u prvoj polovici 16. stoljeća pojavljuju se ličnosti koje počinju oblikovati novi društveni poredak koji će se u potpunosti afirmirati krajem 17. stoljeća u apsolutističkom sustavu i nastanku država kojima će granice biti većinom slične današnjima. To su Henrik VIII. u Engleskoj, Sulejman I. u Turskoj, Franjo I. u Francuskoj i

¹¹ D. WEINSTEIN, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Renaissance> (07.08.2017.)

¹² D. HERLIHY, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-emergence-of-modern-Europe-1500-1648#toc58333> (07.08.2017.)

¹³ D. WEINSTEIN, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Renaissance> (07.08.2017.)

¹⁴ H. G. KOENIKSBERGER, G. L. MOSSE, G. Q. BOWLER, 1994, 387-429.

¹⁵ F. M. HOCKER, 2013, 447.

¹⁶ H. G. KOENIKSBERGER, G. L. MOSSE, G. Q. BOWLER, 1994, 29-33, 43-61.

jedna od najvažnijih ličnosti toga doba, Karlo V. Habsburški. Karlo V. bio je unuk Maksimilijana I. Habsburškog, čiji je sin Filip Lijepi oženio Ivanu I. Kastiljsku. To je Karlu dalo pravo na habsburške nasljedne zemlje i na Španjolsku, kojom vlada umjesto svoje majke, a izabran je i za cara Svetog Rimskog Carstva, čime ustvari vlada gotovo čitavom tadašnjom Europom.¹⁷ U drugoj polovici stoljeća u Španjolskoj ga nasljeđuje sin Filip II. (Sl. 1), dok habsburške zemlje daje svome bratu Ferdinandu I. U Engleskoj na vlast dolazi Elizabeta I., a na prijelazu iz 16. u 17. stoljeće na francusko prijestolje uspinje se Henrik IV. iz dinastije Burbonaca.¹⁸

Još u vremenu Karla V. počinju se javljati religijske razmirice, budući je crkva već neko vrijeme težila za reformom. Zahvaljujući velikim dijelom tiskarskom stroju, ideje Martina Luthera koji smatra da se Božja milost može dobiti isključivo preko Svetog pisma, zaobilazeći pritom u potpunosti Crkvu kao instituciju, šire se Europom. U tridesetim godinama 16. stoljeća one daju osnovu Calvinovom učenju, u kojem on propovijeda predestinaciju i osniva vlastitu Crkvu, budući smatra da je ova sadašnja korumpirana, a nevjernike kažnjava lomačom. U Engleskoj je još Henrik VIII. raskinuo odnose s Crkvom i osnovao vlastitu.¹⁹



Slika 1 – Filip II. Španjolski, jedan od najmoćnijih vladara svoga vremena

(<https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/philip-ii/d12e683b-7a51-41db-b7a8-725244206e21>)

Ovakvo religijsko stanje u drugoj polovici 16. stoljeća dovodi do oružanih sukoba između pobornika nove vjere, reformatora, i pobornika Crkve, protureformatora. Konflikti prvo nastaju u središnjoj Njemačkoj, gdje su na kraju 1555. godine Lutherovi pobornici priznati kao samostalna zajednica i Crkva. Veći je problem nastao s kalvinistima ili, kako su

¹⁷ J. H. M. SALMON, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/Discovery-of-the-New-World> (07.08.2017.)

¹⁸ H. G. KOENIKSBERGER, G. L. MOSSE, G. Q. BOWLER, 1994, 29-33, 300-331.

¹⁹ A. FRANZEN, 2004, 114-148.

ih u Francuskoj počeli nazivati, hugenotima, koji su raskrstili s obje Crkve i rigorozno počeli nametati svoj nauk. Sukobi su najveći razmjer dosegli upravo u Francuskoj, gdje je 1572. godine u tzv. Bartolomejskoj noći počinjen strašan pokolj hugenota. Takvo je stanje dovelo i do pojave inkvizicije, koja je najveći zamah uzela u Španjolskoj.²⁰ Na kraju je sve to kulminiralo razornim Tridesetogodišnjim ratom, koji je trajao od 1618. do 1648. godine i svojim razaranjima obilježio prvu polovicu 17. stoljeća.²¹

Iako neki znanstvenici smatraju da rečeni rat nije riješio nikakav problem budući se ubrzo nakon njega sukobi između pojedinih zemalja javljaju opet (npr. englesko – nizozemski ratovi i švedska invazija na Poljsku), činjenica je da u Europi nastaje novi poredak.²² Habsburška monarhija postaje snažna država, a Francuska je pod Lujem XIV. vodeća europska sila. Sam Luj XIV. vlada kao apsolutistički monarh, za razliku od Engleske, u kojoj 1689. Deklaracijom o pravima i Zakonom o pravima primat nad kraljem preuzima Parlament.²³

Religijska situacija se smiruje i ratovi se više ne vode iz vjerskih pobuda nego iz ekonomskih i nacionalnih razloga, a ekonomski progres postaje sredstvo države za demonstraciju njezine veličine. U novom poretku prednjači Jean-Baptiste Colbert, ministar financija Luja XIV. koji ulaže državni kapital u velike tvrtke. Najuspješnije tvrtke toga vremena su Nizozemska istočno indijska kompanija (Vereenigde Oost-Indische Compagnie – VOC) i Engleska istočno indijska kompanija (East India Company – EIC) koje mogu same donositi zakone i podizati vojsku, iz čega je vidljivo kako Nizozemska i Engleska polako počinju osnivati svoje kolonije. Obilježje ovakvog sustava je merkantilizam, temelj kojega jest da jedna vlada može prosperirati samo na štetu ostalih.²⁴

Ovakav sustav uzrokuje da nekadašnji gradovi-države gube značenje, a preuzima ga nacija. Trgovina se premješta na Atlantski ocean, pri čemu su najviše stradale Venecija i Genova čiju ulogu preuzima Amsterdam i nakon njega London.²⁵

²⁰ A. FRANZEN, 2004, 149-151.

²¹ N. G. PARKER, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Thirty-Years-War> (07.08.2017.)

²² N. G. PARKER, <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Thirty-Years-War> (07.08.2017.)

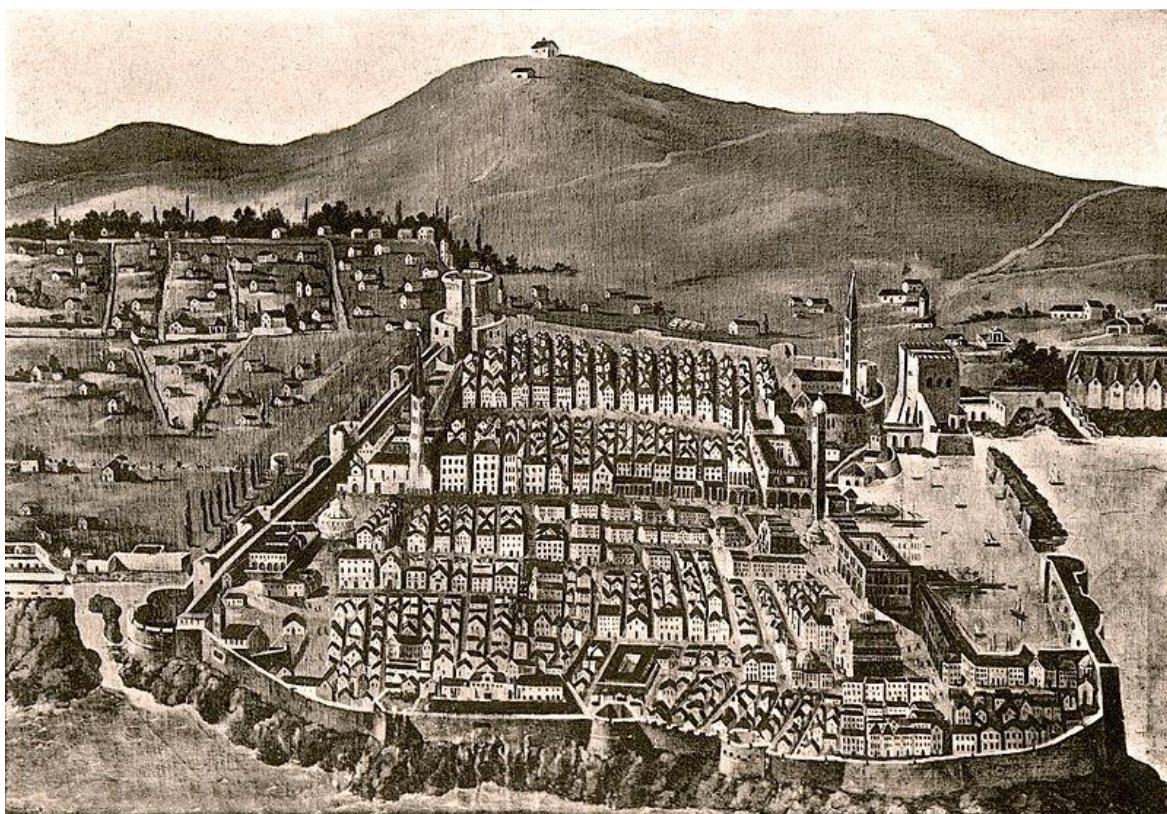
²³ D. H. PENNINGTON, 1993, 494-510.

²⁴ D. H. PENNINGTON, 1993, 81-95; F. M. HOCKER, 2013, 447.

²⁵ D. H. PENNINGTON, 1993, 73-77.

1.2 Dubrovnik u 16. i 17. stoljeću

Dubrovnik se oslobodio mletačke vladavine još 1358. godine, a iste su godine njegovi vrsni političari osigurali mađarsku zaštitu uz izrazito povoljne uvjete. Tursku je prevlast grad odbijao plaćanjem harača sultanu i njegovim povjerenicima. Osim svoga nasljednog područja *hereditas* tj. *Astareje* (Elafitski otoci i područje kopna od današnjeg Cavtata do zaljeva Zaton), dubrovački je teritorij uključivao i Pelješac, Mljet, Lastovo, Ston, Konavle i Cavtat. Kao mala pomorska država na jugu istočne jadranske obale, Dubrovnik je uspio održati zasebni entitet ne podliježući u potpunosti niti jednoj stranoj sili, što ponajprije ima zahvaliti svojim vrsnim političarima, ali i svome geografskom položaju koji ga je stavio na sam rub turskih osvajanja i na krajnji jug ugarske države. Dugo je godina Dubrovnik služio kao vrata između istoka i zapada, ponajprije što se tiče trgovine, ali i kulture i politike. Kako su takva vrata svim stranama bila potrebna radi ekonomskog razvoja, nikome zapravo nije bilo u interesu narušiti suverenitet malene republike, što je ona i više nego dobro iskoristila. Na početku 16. stoljeća Dubrovnik tako pronalazimo na vrhuncu moći i kao samostalnu republiku (Sl. 2) kakva se i spominje u dokumentima iz 1442. godine.²⁶



Slika 2 – Dubrovnik u ranom novom vijeku, prije velikog potresa (R. HARRIS, 2006, 472, Sl. 13)

²⁶ R. HARRIS, 2006, 31, 65-67, 69-74, 80-87, 93-100, 429; J. LUČIĆ, 1968, 105-114.

Opisano stanje stvari potrajalo je i u prvoj polovici 16. stoljeća, kada se Dubrovnik nalazi na vrhuncu svoje moći. Tijekom ratova između Venecije i Osmanskog Carstva, on staje na stranu potonjeg, a nakon osnivanja kršćanske Svete lige za borbu protiv Turaka pod vodstvom Španjolske, jednu stranu obavještava o namjerama one druge te iz svega toga izlazi s minimalnim posljedicama. Grad još uvijek plaća danak Turcima jer se nalazi na njihovu rubnom području, ali je ta isplata za njega manja nego za ostatak turskih vazala, a sakupljača poreza imenuje dubrovačka vlada iz redova svojih sunarodnjaka. Ovakvo je stanje potrajalo sve do Mohačke bitke 1526. godine, kada Dubrovnik prekida sve odnose s Ugarskom, nakon čega mu je razvoj sve učestalije vezan uz sudbinu Osmanskog Carstva.²⁷

Unatoč tome Dubrovnik je još neko vrijeme uspio zadržati svoju neutralnu poziciju. Iako je formalno na strani Osmanlija te ne dozvoljava svojim brodovima da učestvuju u bitkama Svete lige, ipak održava dobre odnose s Karlom V., a na sudjelovanje nekih plovila u ekspedicijama toga vladara, kao i njegova sina Filipa II, gleda blagonaklono.²⁸

U nastavljenim sukobima između Venecije i Osmanskog Carstva, od druge polovice 16. stoljeća nadalje Dubrovačka Republika po prvi puta počinje izvlačiti deblji kraj, našavši se na udaru uskoka i pirata, od čega su najopasniji bili oni iz okolice obližnjeg Perasta. Ti su razbojnici napadali dubrovački teritorij, odvodili ljude radi otkupnine, uništavali usjeve i krali stoku u tolikoj mjeri da se Dubrovčani žale papi u Rim kako su gori od Turaka. Napadi su bili posebno učestali u sedamdesetim godinama 16. stoljeća. Da sve bude još gore, i Osmanlije su počele uviđati kako Dubrovnik ne služi više svrsi poveznice sa zapadom u istoj mjeri kao i ranije.²⁹

Prva polovica 17. stoljeća obilježena je borbom Dubrovnika protiv Venecije koja se prilikom preseljenja žarišta trgovine na Atlantik okrenula Jadranu kao posljednjem resursu. Mletačka je republika poticala pobune protiv Dubrovnika, ometala dubrovačke brodove i organizirala napade na dubrovački teritorij, a na kraju je zahtijevala i plaćanje danka za slobodnu plovidbu i trgovanje. Sve je otišlo toliko daleko da su mletački dužnosnici koji su pregovarali o miru odbili Dubrovnik nazvati republikom.³⁰

²⁷ R. HARRIS, 2006, 95-98, 108.

²⁸ R. HARRIS, 2006, 100-102.

²⁹ R. HARRIS, 2006, 110-114.

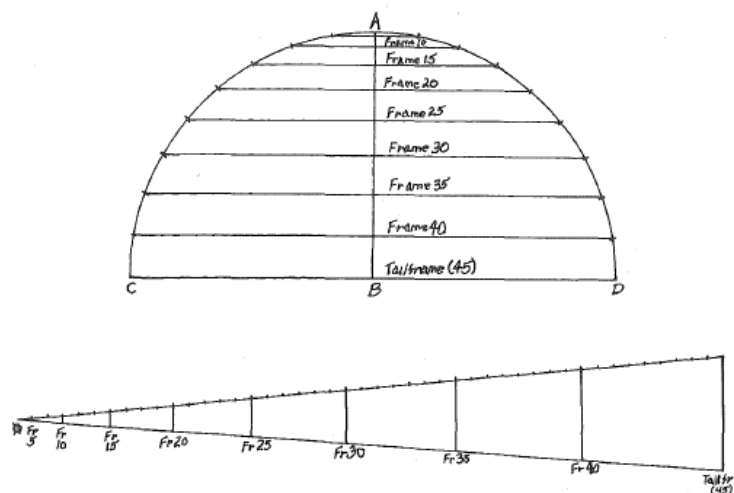
³⁰ R. HARRIS, 2006, 114-120.

Konačan je kraj svojeg zlatnog doba Dubrovnik doživio 1667. godine kad je grad i okolice pogodio katastrofalan potres koji ga je gotovo u potpunosti srušio sa zemljom i poremetio čitav društveni sustav, usmrтивši oko 2000 ljudi. Iako su Dubrovčani hrabro krenuli u obnovu svoga grada, podignuvši ga opet iz temelja, bilo je nemoguće ponovo postići staru slavu.³¹

1.3 Brodska konstrukcija na prijelazu iz srednjeg u novi vijek

Kao što smo vidjeli, promjene u ovome razdoblju prodiru u sve sfere ljudske djelatnosti, pa tako i u brodogradnju, djelatnost koja je izravno omogućila čovjeku da se otisne od europskih obala i traži nove svjetove koje bi naselio i eksploatirao.

Već u 15. stoljeću nastaju promjene u brodskoj konstrukciji, veličini i vrsti brodova te njihovoj propulziji, a razvoj tehnika na kraju će dovesti do konačne podjele između dizajna broda i njegove izgradnje. Dok je u prijašnjim vremenima brodograditelj bio osoba koja provodi izgradnju broda od ideje do realizacije, u vremenu velikih otkrića dizajneri broda (kasniji brodograđevni inženjeri) ljudi su s visokim statusom, djelomično akademski obrazovani. Nasuprot tome, ljudi koji grade rečeni brod su zanatlije.³²



Slika 3 – Dva načina određivanja proporcija rebara uz pomoć dimenzija glavnoga rebra: *mezzaluna* i progresivni trokut (R. STEFFY, 1994, 98, FIG. 4-22.)

³¹ R. HARRIS, 2006, 327-348.

³² F. M. HOCKER, 2004, 79; F. M. HOCKER, 2013, 445, 452; M. GUEROT, P. CAMPODONICO, A. S. GIANNINO, 2000, 14-17.

Ove se promjene prije svega uočuju na Mediteranu, na kojem već od 13. stoljeća Venecija, Genova i Napulj imaju svoja velika brodogradilišta. Tu nastaju i prvi rukopisi koji se bave temama brodogradnje, a to su „Timbotta“ rukopis iz 1444., djelo mletačkog trgovca i „Fabrica di galere“, također mletački dokument iz 15. stoljeća, koji sadrži proporcije trupa i snasti. Tako saznajemo da su se pri gradnji prvo izračunavale dimenzije trupa, i to s obzirom na jednu glavnu mjeru koja je najčešće bila dimenzija najdulje sponje broda. Uz pomoć te mjere izračunavala se i duljina kobilice, sveukupna duljina broda i dubina potpalublja. Pozicija glavnoga rebra ovisi o dizajnu broda, a uz pomoć njega određuju se i proporcije drugih rebara, njihova udaljenost od dna broda i zakrivljenost koja se pak izračunava serijom proporcionalnih linija. Najpoznatija tehnika koja se koristi u to vrijeme naziva se *mezzaluna*. (Sl. 3).³³

Na zapadu slični tekstovi nastaju dosta kasnije pa je tako najraniji tekst koji govori o brodogradnji u Portugalu, „Livro da Fábrica das Naus“ autora Fernanda de Oliveire, nastao 1550. godine. On, između ostalog, sadrži i podatke o osnivanju broda, snasti te proporcijama trupa. Ilustrira tehniku *graminho*, koja je umnogome slična venecijanskoj *mezzaluni*. U Španjolskom svijetu najraniji je tekst „Instrucción Náutica para navegar“, kojeg je 1587. godine u gradu Mexico City objavio Diego García de Palacio. Zadnji dio ovoga rukopisa govori o brodogradnji, a donosi i dimenzije prekooceanskih brodova.³⁴

U kasnom 16. i ranom 17. stoljeću nastaje i prvi tekst o brodogradnji na engleskom jeziku, „Fragments of Ancient English Shipwrightery“, kojega je navodno započeo Francis Baker, glavni brodograditelj Elizabete I. Sadrži skice brodova i kratke deskriptivne tekstove koji su ponekad nelogično pomiješani s bilješkama o matematici, navigaciji i drugim temama.³⁵

Rečena podjela nije slučajna, a nastala je jer se u 16. stoljeću mogu uočiti i određene razlike između graditeljskih tradicija, u prvome redu između one mediteranske i sjevernoeuropske, a zatim i između atlantske, koja je iznikla kao poseban ogranak mediteranske.³⁶ Ovakve graditeljske tradicije mogu se odrediti sagledavanjem većeg broja brodova te uočavanjem sličnosti u detaljima njihove konstrukcije, koji se na pri pogled čine

³³ R. STEFFY, 2006, 93-100.

³⁴ R. STEFFY, 2006, 128.

³⁵ R. STEFFY, 2006, 142-144.

³⁶ T. J. OERTLING, 1998, 237-238.

sekundarnima, ali zapravo čine poveznicu između određenih geografskih područja. Tako se mogu otkriti kontakti među tim regijama i put širenja brodograditeljskih tehnika i znanja.³⁷

Brodograditeljske tehnike u Mediteranu 16. stoljeća izravno su se razvile iz ranijih tehnika koje su primijenjene za izgradnju broda pronađenog na nalazištu Serçe Limani, datiranog u početak 11. stoljeća, broda Contarina iz početka 14. stoljeća i broda Logonovo iz ranog 15. stoljeća. Njih karakterizira gradnja *prvo kostur*, u kojoj se prvo postavlja kobilica broda, nakon čega slijedi postavljanje glavnog rebra i dijela ostalih rebara, položaj kojih je unaprijed određen. Nakon toga usporedo se postavlja oplata broda i preostala rebra.³⁸ Te brodove karakterizira i glatka ili stična gradnja, pri kojoj se platice oplata tupo sljubljuju jedna uz drugu.³⁹

Dio mediteranske tradicije je i obala Pirinejskog poluotoka, sve do Baskijskog zaljeva. Ipak, na tome su se području razvile i neke regionalne karakteristike, koje su nesumnjivo produkt drugačijih prirodnih uvjeta na obali Atlantskog oceana, daleko razornijih od onih mediteranskih. Zbog toga brodove ove skupine možemo svrstati pod zapadni ogranak mediteranske brodograditeljske tradicije.⁴⁰

Osnovne razlike između ove dvije tradicije obradili su E. Oertling i E. Rieth u svojim radovima,⁴¹ a proučavanje istih je još uvijek u tijeku jer je potrebno u razmatranje uključiti i nova istraživanja i tehnike.⁴² Ipak, ako sažmemo dosadašnje zaključke, glavna razlika uočljiva je kod temeljnica jarbola. Dok ona na Mediteranu naliže na hrptenicu, a kao potporanj joj služe dohrptenice, na Atlantiku je temeljnica jarbola izvedena u samoj hrptenici, koja je u tu svrhu proširena. Druga bitna razlika je u spoju između rebrenica i rebrenih nastavaka koji su na mediteranskim brodovima povezivani spojem na ključ, s običnim željeznim čavlima, a na atlantskim spojem na lastin rep, upotrebom metalnih i drvenih čavala (Sl. 4). Jednake razlike u sredstvima spajanja vidimo i kod pričvršćivanja platica na rebra.

³⁷ E. RIETH, 1998, 178-179.

³⁸ R. STEFFY, 2006, 85-93.

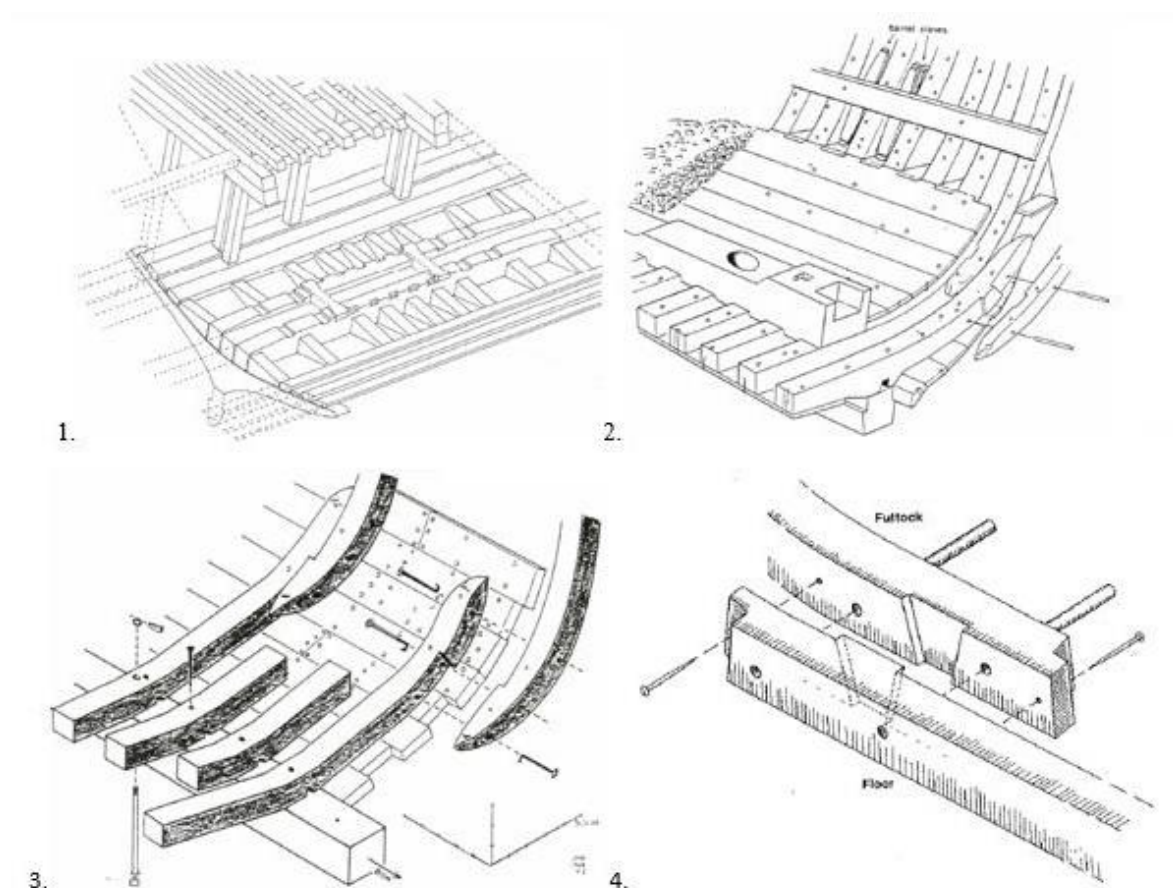
³⁹ I. RADIĆ ROSSI, http://www.adriasproject.org/files/file/PUBLICATIONS/Terminologija_radno.pdf (26.06.2017.)

⁴⁰ T. J. OERTLING, 1998, 237-238.

⁴¹ T. J. OERTLING, 1998, 235-236; T. J. OERTLING, 2004, 129-133; E. RIETH, 1998, 180-187.

⁴² V. LOUREIRO, 2012, 238-239.

Na sjeveru Europe tradicionalno je prisutna prijeklopna gradnja, kod koje je gornji voj djelomično prekrivao onaj donji. U početku je ta gradnja bila okarakterizirana tehnikom *prvo ljuska*, kojom se prvo gradila oplata, a tek onda orebrenje. Međutim, u 16. stoljeću je i ovo područje djelomično usvojilo tehniku gradnje *prvo kostur*, uz činjenicu da su se isprva platice postavljale još uvijek u prijeklopnoj tehnici. Tehniku glatke gradnje prve su djelomično preuzele zemlje današnje Nizozemske, Belgije i okolice, čiji su brodovi imali dno građeno glatkom gradnjom, a od uzvoja na gore, trup je bio građen prijeklopnom gradnjom. Na području Britanskog otočja početkom 16. stoljeća pronalazimo primjere brodova koji su prvo građeni prijeklopnom gradnjom, nakon čega im je oplata zamijenjena novom, izrađenom glatkom gradnjom. U tome vidimo očigledan utjecaj mediteranske tradicije koja je vjerojatno na kraju prevladala radi toga jer je bila ekonomski isplativija.⁴³



Slika 4 - Razlike između graditeljskih tehnika: 1. i 3. mediteranska tradicija i 2. i 4. atlantska tradicija (E. RIETH, 1998, 182-183, 185, Fig. 1, 3, 5; R. STEFFY, 1994, 131, FIG. 5-5.)

⁴³ F. M. HOCKER, 2013, 445-452; R. STEFFY, 2006, 141-142.

Sve ove izmjene nastale su zbog promjene u veličini brodova, koji u 15. stoljeću dosežu preko 600 tona nosivosti. Veliki brodovi bili su potrebni radi preookeanskih putovanja koja su zahtijevala veću količinu namirnica, a time i veći tovarni prostor. Na palube se počinju instalirati i topovi koji zauzimaju velik dio broorskog prostora. Svime time povećala se i količina potrebne posade, dijelom zbog ljudi koji su trebali upravljati topovima, a dijelom zbog velikog gubitka ljudstva na dugim putovanjima. Zbog sve većeg broja aktivnosti i različitih namjena brodova pa i zbog razvitka dizajna koji je omogućio reprodukciju najuspješnijih rješenja, nastaju različiti tipovi brodova.⁴⁴

Sve to dovodi i do razlike u pogonskim sredstvima koja su se do 15. stoljeća sastojala većinom od jednoga križnog jedra. Kako takvo jedro nije moglo funkcionirati na velikim brodovima, rješenje je bilo postavljanje više malih jedara na više jarbola. Tako je do kraja 16. stoljeća postao uobičajen model broda s više jedara. Brod je bio opremljen s tri jarbola, s dva ili tri križna jedra na prednjem i glavnom jarbolu te kombinacijom jedara na stražnjem jarbolu. Jedra su se ponekad stavljala i na kosnik, a nekad bi se na iznimno velikim brodovima našao i četvrti jarbol s latinskim jedrom.⁴⁵

Ukoliko usporedimo brodogradnju ranog 17. stoljeća s onom prethodnoga stoljeća, ona je ustvari njezin logičan daljnji razvitak. U brodogradnji je najraširenija tzv. *whole moulding* tehnika koja koristi unaprijed izrađene drvene matrice kao mjere uz pomoć kojih se izgrađuje cijeli brod (Sl. 5). Vodeći narod u izgradnji brodova postaju Nizozemci, koji krajem 16. stoljeća preuzimaju glatku gradnju, ali brodove grade u tehnici *prvo dno* (Sl. 6), kojom se najprije postavljaju donje platice do uzvoja broda, nakon čega se dalje simultano stavljaju rebra i oplata broda. Time oni preskaču razdoblje prilagodbe novoj tehnici i štede na troškovima za izrađivanje nacrtu te njihovi brodograditelji postaju traženi u čitavoj Europi. Znatna ušteda u brodogradnji je također nastala izumom pila pokretanih uz pomoć vjetrenjača, koje u prvoj polovici 17. stoljeća polako ulaze u širu uporabu.⁴⁶

Veća promjena nastaje kad 1670. godine Sir Anthony Deane izdaje svoju „Doctrine of Naval Architecture“, u kojoj objašnjava brodogradnju na temelju geometrijskih i matematičkih mjera kojima unaprijed na papiru određuje veličinu brodskih komponenti, tonažu i istisninu broda.⁴⁷ Godine 1697. knjigu o brodogradnji imena „Nederlandsche

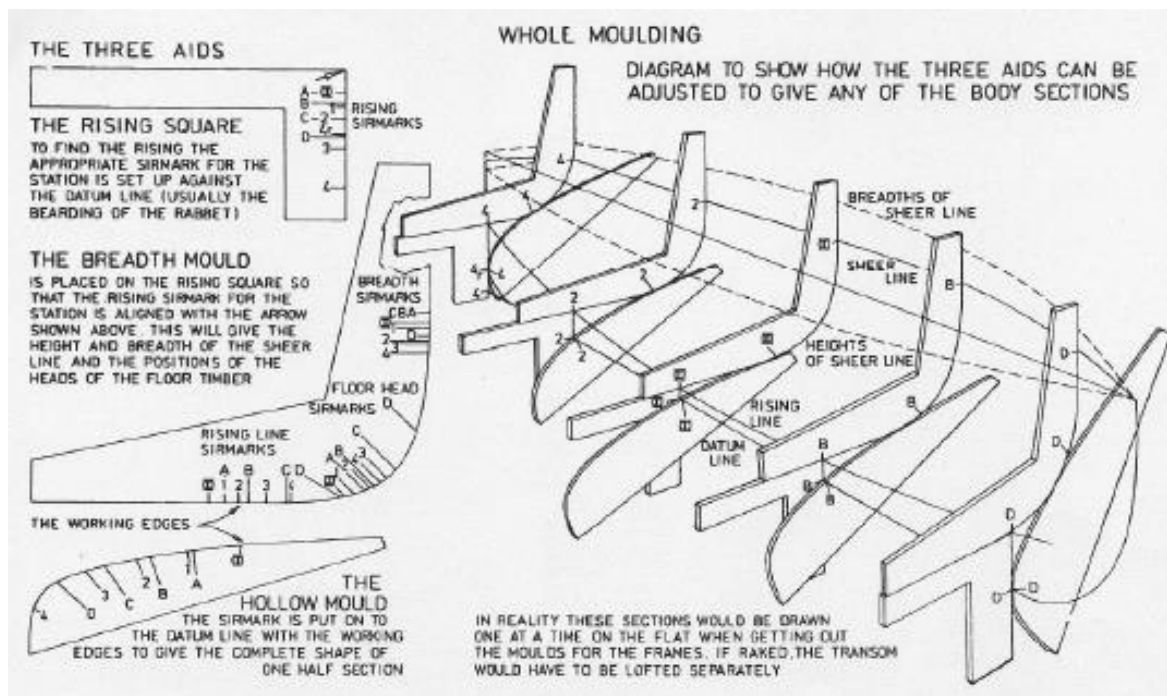
⁴⁴ M. GUEROT, P. CAMPODONICO, A. S. GIANNINO, 2000, 10-13; F. M. HOCKER, 2013, 455-457.

⁴⁵ F. M. HOCKER, 2004, 453-454; M. GUEROT, P. CAMPODONICO, A. S. GIANNINO, 2000, 19-21.

⁴⁶ R. STEFFY, 2006, 149; F. M. HOCKER, 2013, 451; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 8-12.

⁴⁷ R. STEFFY, 2006, 156-160.

scheeps-bouw-konst open gestelt“ izdaje i Nizozemac Cornelis van IJk, a iz nje saznajemo da su i njegovi sunarodnjaci prešli na način konstruiranja broda tehnikom *prvo kostur*.⁴⁸



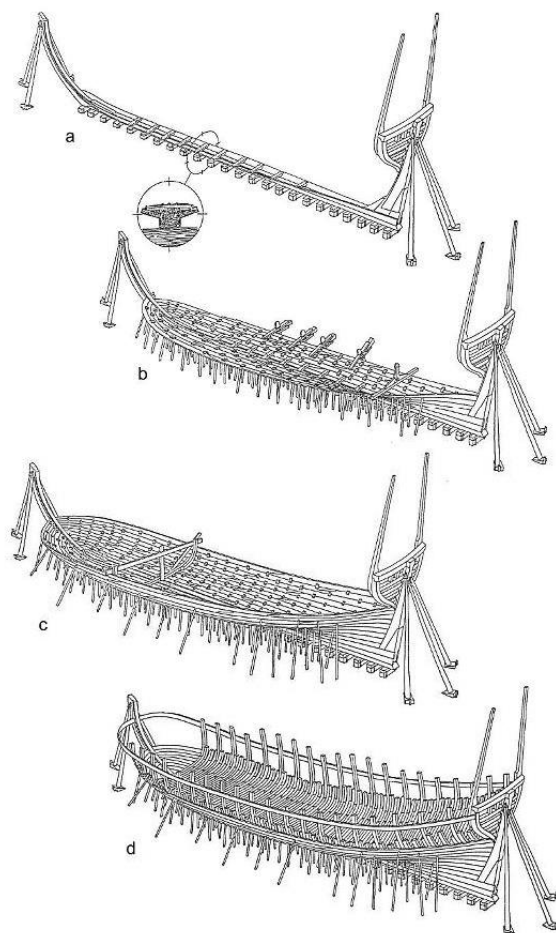
Slika 5 – Whole moulding tehnika (E. RIETH, 2003, 20, fig. 2, iz E. MC KEE, 122.)

Na brodovima 17. stoljeća topovi postaju uobičajena pojava, kako na onim ratnim, tako i na trgovačkim, na kojima je takvo naoružanje služilo za obranu od pirata i gusara čije su aktivnosti postale uobičajne. Još početkom 15. stoljeća izumljene su ambrazure na trupu broda koje su omogućile da se topovi smjeste na nekoliko paluba. Tako u 17. stoljeću nastaju klase ratnih brodova, među kojima su oni iz prve klase imali topove na tri palube, s preko 100 topova, a broj topova se smanjivao sve do šeste klase i do manjih patrolnih brodova, fregate ili slupa.⁴⁹ U Nizozemskoj se grade posebni brodovi za putovanje u Indijski ocean, koji dobro ilustriraju općeniti izgled trgovačkih brodova toga doba: imaju krmeno zrcalo, najčešće dvije palube, tri jarbola te prednji i stražnji kaštel koji su bili dobro integrirani u trup broda. U to je vrijeme popularna i tzv. fluta koja ima okrugli donji dio krme čiji se najširi dio nalazi ispod vodne linije, iako od sredine 17. stoljeća krmeno zrcalo prevladava u gradnji svih vrsta velikih brodova. Ove informacije se na žalost još uvijek većinom temelje

⁴⁸ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 32-34.

⁴⁹ F. M. HOCKER, 2013, 448-449, 464-465.

na proučavanju pisanih i slikovnih izvora, a manje na arheološkim dokazima čija studija započinje tek u novije vrijeme.⁵⁰



Promjene se vide i u propulziji, koja postaje još više elaborirana: ponekad se dodaje i peti jarbol, a 1670-ih su križna jedra na glavnom i prednjem jarbolu nadopunjena manjim jedrima koja su omogućavala veću fleksibilnost.⁵¹

Slika 6 – Tehnika gradnje *prvo dno* (W. VAN DUIVENVOORDE, 2015, 25, fig. 2-8)

2. Sv. Jerolim: brodolom broda iz 16. stoljeća u uvali Suđurađ na otoku Šipanu

2.1 Povijest istraživanja

Čini se kako je mjesto brodoloma u uvali Suđurađ na otoku Šipanu bilo čitavo vrijeme dobro poznato lokalnom stanovništvu. Tako je prva akcija zaranjanja na lokalitet opisana još davne 1607. godine u dokumentima iz Državnog arhiva u Dubrovniku. Tom su prilikom četiri grčka ronioca s morskoga dna podigla top koji su zatim prodali. Godinu dana nakon toga izvukli su još dva brončana topa, devet željeznih komada te željezno sidro. Upravo iz tih dokumenata saznajemo da se potonuli brod zvao *Sv. Jerolim* te da je bio u

⁵⁰ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 13-18.

⁵¹ F. M. HOCKER, 2013, 454.

vlasništvu Jerolima Primojevića (de Primi). Nastradao je 1576. godine u uvali Suđurađ na otoku Šipanu, pored hridi Mali školj (Sl. 7)⁵² te se njegovi ostatci danas nalaze na dubini od 27 do 31 m.⁵³ Otok Šipan pripada skupini Elafitskih otoka, kako ih prvi naziva Plinije Stariji u svojem kapitalnom djelu *Naturalis Historia*.⁵⁴ Od najranijih je vremena sastavni dio nasljednog područja (*hereditas* ili *Astarea*) Dubrovačke Republike.⁵⁵



Sl. 7 – Položaj nalazišta u uvali Suđurađ na otoku Šipanu (I. RADIĆ ROSSI, 2015, 3.)

Uz ove i još neke druge akcije vađenja potonulih predmeta koje su uslijedile u kasnijim stoljećima,⁵⁶ sve do 1972. nije bilo nikakvog znanstvenog istraživanja na lokalitetu. Te je godine izveden prvi pregled terena, potaknut željom za zaštitom broda. Istraživanje je proveo Pomorski muzej tadašnjeg Istraživačkog centra JAZU u Dubrovniku zajedno s Republičkim zavodom za zaštitu spomenika kulture u Zagrebu, a osim 1972., nastavilo se i naredne dvije godine.⁵⁷ Voditeljica terena bila je arheologinja i povjesničarka umjetnosti Anica Kisić, podvodnim radovima rukovodio je začetnik podvodne arheologije u Hrvatskoj

⁵² S. VEKARIĆ, 1987, 65-66.

⁵³ J. L. CASABAN, 2015, 1.

⁵⁴ *Naturalis Historia* III, c. 30.

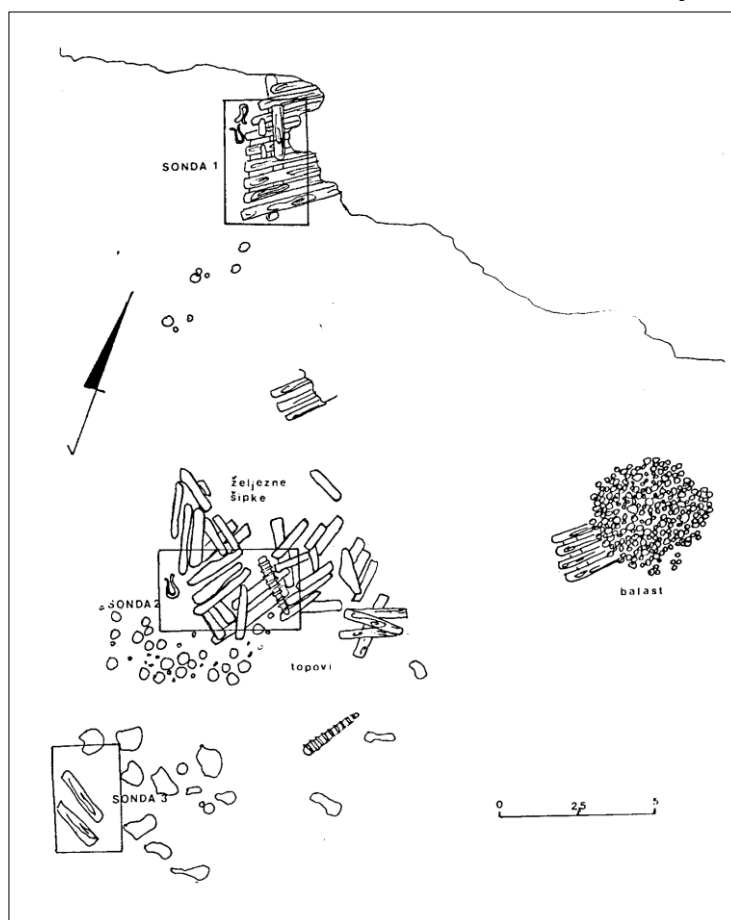
⁵⁵ R. HARRIS, 2003, 31; J. LUČIĆ, 1968, 105-114.

⁵⁶ A. KISIĆ, 1979, 73.

⁵⁷ A. KISIĆ, 2006, 128.

Zdenko Brusić, a ostale članove ekipe činili su Josip Luetić, Božidar Vilhar, Marijan Orlić i Katica Simoni, sve odreda poznati hrvatski stručnjaci.⁵⁸

U prvoj kampanji zabilježen je raspored površinskih nalaza na lokalitetu. Brod je potonuo u podnožje hridi, pod padinu morskoga dna koje je nagib na tome mjestu veći od 45°, ⁵⁹ te se danas nalazi na dijelu gdje se kamenito dno pretvara u fini pijesak i mulj. Na plićem dijelu nalazišta, onome bliže hridi, uočeni su ostatci drvene brodske konstrukcije, s velikom količinom olovnog lima koji je činio oblogu broda. Oko 19 m prema jugoistoku zabilježena je skupina željeznih šipki kvadratnog presjeka, dužine do oko dva metra. Tu su ležala i dva željezna topa koja su tom prilikom izvađena. Na istočnom dijelu nalazila se i hrpa balastnog kamenja. U dubljem predjelu nalazišta pronađena je keramika, dva navigacijska šestara te pečatnjak. Dva sidra uočena su na sjevernoj i južnoj strani broda.⁶⁰



Sl. 8 – Crtež nalazišta iz kampanja sedamdesetih (A. KISIĆ, 1979.)

U drugoj kampanji, 1973. godine postavljene su fiksne točke na nalazištu te načinjene tri sonde: prva u plićem dijelu, na pretpostavljenome pramcu broda, druga uz skupinu željeznih šipki na krmi, i treća na jugu, također na pretpostavljenoj krmi broda (Sl. 8).⁶¹

⁵⁸ A. KISIĆ, 1979, 76.

⁵⁹ A. KISIĆ, 1979, 73.

⁶⁰ A. KISIĆ, 1979, 74.

⁶¹ A. KISIĆ, 1979, 74-75; A. KISIĆ, 2006, 129-130.

Po izvještaju Anice Kisić,⁶² u pramčanoj sondi pronađeni su ostaci rebara i platica broda, željezni čavli, olovne kugle te keramika. U sondi kod željeznih šipki nisu nađeni dijelovi konstrukcije, ali se zato naišlo na dijelove kantara, olovne pločice i kugle te tri španjolska novčića. Na jugoistočnom dijelu krme se također nije došlo do konstrukcije. Od površinskih nalaza podignuti su još i zemljani ćupovi s barutom.

Godine 1974. obavljeno je detaljnije čišćenje sjevernog dijela broda. Ustvrdilo se kako su očišćena sva pramčana rebra te je taj dio nacrtan i fotografiran. Čišćenje oko željeznih šipki ovoga je puta također iznjedrilo ostatke brodske konstrukcije, koji su na tome mjestu bili ispremještani.⁶³

Nakon opisanih akcija istraživanje brodoloma kod Šipana prestalo je radi nedostatka financijskih sredstava.⁶⁴ Procijenjeno je kako je temeljito istraženo 20 do 30% broda.⁶⁵

Kratak pregled terena proveo je 2000. godine tadašnji Odjel za zaštitu arheološke baštine Ministarstva kulture, pod stručnim vodstvom Marija Jurišića. Tada je podignut određeni broj keramičkih nalaza te olovnih i kamenih kugli.⁶⁶

Godine 2008. načinjen je još jedan pregled terena, u sklopu projekta „Program obrazovanja na području nautičke arheologije i pomorske povijesti; 16.-17. st.“, koji je financijski podržao UNESCO Participacijski program 2008. – 2009. Voditelji projekta bili su Zdenko Brusić i Irena Radić Rossi sa Sveučilišta u Zadru, u suradnji sa Sveučilištem u Veneciji koje su predstavljali Sauro Gelichi i Carlo Beltrame, a cilj je bio da se na primjeru izabranih nalazišta odrede modeli istraživanja i zaštite primjenjivi na ostale lokalitete sličnoga tipa.⁶⁷ Pregledom terena rukovodio je Mate Parica, a prilikom zarona s morskog su dna podignuti ostaci koloturnika te je utvrđeno kako je na nalazištu potrebna hitna intervencija zbog brzog propadanja drvene građe.⁶⁸

Ponovna su istraživanja, ovoga puta sustavna, pokrenuta od strane Irene Radić Rossi sa Sveučilišta u Zadru 2015. godine, u sklopu projekta AdriaS (Archaeology of Adriatic Shipbuilding and Seafaring / Arheologija jadranske plovidbe i brodogradnje), a traju i

⁶² A. KISIĆ, 1979, 74-75; A. KISIĆ, 2006, 130-140.

⁶³ A. KISIĆ, 1979, 75.

⁶⁴ A. KISIĆ, 2006, 142.

⁶⁵ A. KISIĆ, 1979, 76.

⁶⁶ I. MIHAJLOVIĆ, M. JURIŠIĆ, 2010, 104-105.

⁶⁷ I. RADIĆ ROSSI, M. PARICA, 2008, 72-73.

⁶⁸ I. RADIĆ ROSSI, M. PARICA, 2008, 80.

danas.⁶⁹ Sustavnom istraživanju prethodilo je fotogrametrijsko snimanje nalazišta, provedeno 2014. godine u svrhu izrade preliminarne ortogonalne plana situacije u površinskom sloju (Sl. 3).⁷⁰

Prvo iskopavanje je provedeno 2015. godine u sklopu radionice ARS NAUTICA – Plovidba kroz povijesna razdoblja, održane u Inter-univerzitetkom centru u Dubrovniku. Radionica je osmišljena kao niz predavanja u jutarnjim satima, dok su popodneva bila rezervirana za praktični rad u uvali Suđurađ na Šipanu.⁷¹

Iskopavanje se realiziralo na sjevernoj strani nalazišta, na području nekadašnje sonde 1 iz 1973. godine, uz pomoć metalnog mrežišta koje je činilo devet kvadrata dimenzija 2 x 2 m, sveukupne površine 36 m² (Sl. 9), uz korištenje vodenih sisaljki.⁷² Cilj istraživanja bila je dokumentacija trenutnog stanja brodske konstrukcije kako bi se utvrdila njezina očuvanost i kako bi se pokušalo sa sigurnošću utvrditi o kojem je dijelu broda riječ.⁷³ Sukladno tome, svi iskopani dijelovi brodske konstrukcije označeni su, opisani i izmjereni.⁷⁴ Prilikom istraživanja iz sonde su uklonjeni manji dijelovi olovne obloge te ulomci keramičkog posuđa. Tijekom ponovljenog fotogrametrijskog snimanja utvrđeno je kako dužina nalazišta iznosi 35,4 m, a njegova širina 15 m, dok mu je ukupna površina 566 m².⁷⁵

Godine 2016. nastavljeno je iskopavanje u trećem redu kvadrata koji nisu zadovoljavajuće očišćeni prethodne godine te se pokušala definirati situacija istočno od prošlogodišnjeg mrežišta. Osim toga, obilježeni su i fotografirani korodirani metalni predmeti vidljivi u površinskom sloju ispod istraženog područja. Detaljnijim površinskim pregledom pod tankim slojem pijeska pronađena su četiri španjolska novčića, ljekarnički lijevak, žetoni za vagu i četiri dobro očuvane keramičke posude. Svi su nalazi fotografirani i njihova pozicija obilježena je na morskome dnu.⁷⁶

⁶⁹ K. BATUR, I. RADIĆ ROSSI, 2016, 2-19.

⁷⁰ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 4.

⁷¹ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 5-6.

⁷² I. RADIĆ ROSSI, 2015, 7.

⁷³ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 8.

⁷⁴ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 19.

⁷⁵ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 19.

⁷⁶ K. BATUR, I. RADIĆ ROSSI, 2016, 5-17.

2.2 Brodska konstrukcija, oprema i naoružanje

Pišući o brodolomu kod Šipana 1979. godine, Anica Kisić je ustvrdila kako je brod potonuo udarivši u hrid uslijed naleta juga, dok je ulazio u uvalu Suđurađ. Nadalje pretpostavlja kako se brod tonući nagnuo prema krmi, koja je uslijed toga prva završila na morskome dnu, a nakon nje se na nekoliko metara razlike obrušila i prova.⁷⁷

Nadalje, Anica Kisić proučila je raspored pronađenih komada keramike na morskome dnu, na kojemu je na sjevernom, plicem dijelu pronađena grublja keramika, dok se ona finija nalazila u dubljem dijelu nalazišta. Sukladno njezinoj interpretaciji, svi su veći jedrenjaci u 16. st. imali krmene i pramčane nadgradnje: u prvim su boravili zapovjednici i časnici broda te ponekad putnici, a u drugima posada broda. Iz toga bi slijedilo da je plicí dio, onaj s grubljom keramikom, pripadao posadi broda, odnosno pramcu, dok je dublji dio s finom keramikom bila krma, odnosno časnički dio.⁷⁸ Uza sve to, Kisić navodi kako je teško doći do zaključaka koji bi detaljnije opisali vrstu broda kod Šipana i njegovu konstrukciju, zbog nedovoljne istraženosti.⁷⁹

Ta se činjenica pokušava promijeniti najnovijim istraživanjima, kojima se u sklopu već spomenutog projekta AdriaS nastoje sustavnim istraživanjima na odabranim lokalitetima razviti modeli za proučavanje brodskih konstrukcija na istočnoj obali Jadrana.⁸⁰

Tijekom istraživačke kampanje 2015. godine tako je ponovno otkriven sjeverni dio broda, površine 52 m². Prilikom iskopa svaki je otkriveni drveni element broda označen slovom T (eng. *timber*) i jedinstvenim brojem (Sl. 10).⁸¹ Iako je interpretacija brodske konstrukcije još u tijeku, suvoditelj istraživanja J. L. Casaban već je ponudio odgovarajuću interpretaciju.

Iako je interpretacija još uvijek na razini pretpostavke, elementi otkriveni dosadašnjim istraživanjem su redom: pramčana statva, hrptenica s temeljnicom prednjeg jarbola, dijelovi oplata i orebrenja te dijelovi olovne obloge.⁸²

⁷⁷ A. KISIĆ, 1979, 74; A. KISIĆ, 2006, 129-130.

⁷⁸ A. KISIĆ, 1979, 79.

⁷⁹ A. KISIĆ, 1979, 78.

⁸⁰ <http://www.adriasproject.org/hr/projekt/> (28.12.2016.)

⁸¹ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 14.

⁸² J. L. CASABAN, 2015, 1.



Sl. 9 – Preliminarni ortogonalni plan površinskog sloja nalazišta (I. RADIĆ ROSSI, 2015, 7.)

Sačuvan je samo donji dio pramčane statve, dok je gornji nestao uslijed djelovanja morskih organizama i struja. Na statvi su vidljivi utori za nasjedanje oplata, koja je sačuvana samo na pretpostavljenome lijevome boku broda. Tu se nalazi deset vojeva, čiji završni dijelovi također nisu očuvani. Duljina pramčanih platica sezala je do središnjeg dijela brodskog trupa.

Što se tiče brodskog orebrenja, na lijevome boku na pramčanoj strani pronađeno je osam rebara i šest rebrenica, dok se na desnomo boku rebra nisu očuvala.⁸³ Kisić spominje da se u istraživanjima sedamdesetih godina 20. st. naišlo na znak W na jednome od rebara, međutim taj navod novijim istraživanjima za sada nije potvrđen.⁸⁴

Pretpostavljena hrptenica pronađena je pričvršćena željeznim čavlom na rebrenicu u pramčanom dijelu broda. Na njoj se nalazio četvrtasti utor za koji se smatra da je služio za umetanje pete jarbola.⁸⁵

Na desnomo boku pramca, gdje drveni dio konstrukcije nije očuvan, pronađena je i velika količina olovne obloge broda. Njezine dijelove pronalazimo i bliže središnjem dijelu trupa, u originalnoj poziciji na platicama.⁸⁶

Teško je reći kojem je tipu pripadao brod kod Suđurđa. Kisić navodi kako je riječ o brodu većih dimenzija, dužine otprilike 25 m,⁸⁷ dok je tijekom fotogrametrijskog dokumentiranja nalazišta 2014. i 2015. godine ustvrđeno kako se nalazište proteže na području dužine 35,4 m i širine 16 m.⁸⁸

Sigurno je kako je riječ o brodu većih dimenzija. Kisić pokušava uzeti tu činjenicu u obzir te navodi kako su veći dubrovački brodovi bili pretežno tipova nave, karake ili galijuna,⁸⁹ a Mihajlović navodi kako je, sudeći po naoružanju, gotovo sigurno riječ o galijunu.⁹⁰ U spisima u dubrovačkom arhivu navodi se kako su četiri grčka ronioca izvukla top „*ex navis Hieronymi de Primo*“.⁹¹ Ovaj je podatak problematičan, budući se u dubrovačkim spisima izraz „*navis*“ koristi dvojako: kao izraz za brod uopće, te kao naziv za

⁸³ J. L. CASABAN, 2015, 1.

⁸⁴ A. KISIĆ, 1979, 75; A. KISIĆ, 2006, 130.

⁸⁵ J. L. CASABAN, 2015, 2.

⁸⁶ J. L. CASABAN, 2015, 2.

⁸⁷ A. KISIĆ, 1979, 78.

⁸⁸ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 19.

⁸⁹ A. KISIĆ, 1979, 79-80; A. KISIĆ, 2006, 134-135.

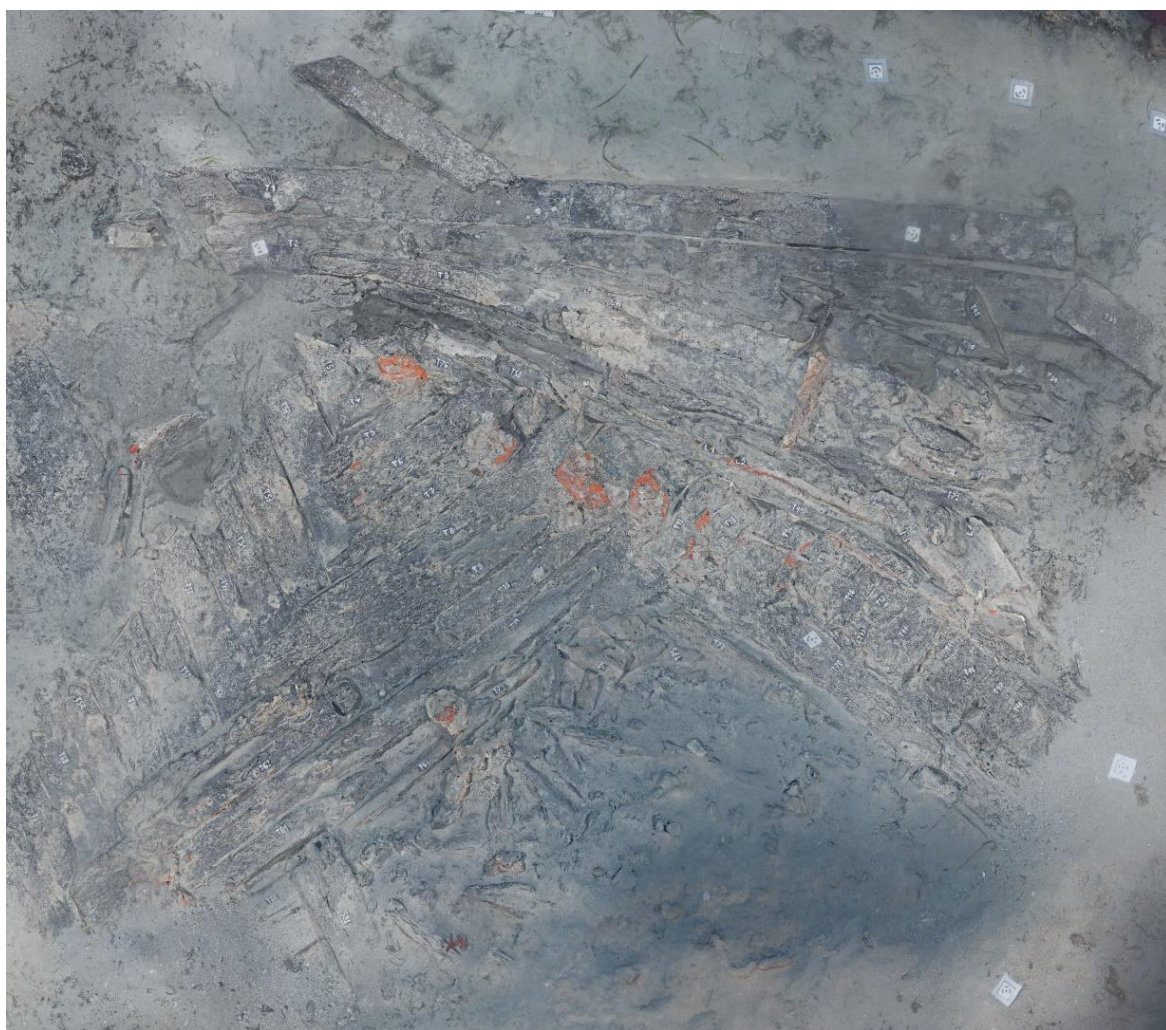
⁹⁰ I. MIHAJLOVIĆ, M. JURIŠIĆ, 2010, 105.

⁹¹ S. VEKARIĆ, 1987, 66.

određeni tip broda veće nosivosti⁹² te u ovom slučaju nije poznato na koji se od ta dva pojma mislilo.

Od predmeta koji pripadaju brodskoj opremi, na lokalitetu u uvali Suđurađ na Šipanu pronađena su dva sidra, jedan koloturnik, brončani blokovi koloturnika, dubinomjer te dva navigacijska šestara.

Jedno manje sidro s četiri kraka nalazi se nekoliko desetaka metara sjeverno od ostatka nalazišta.⁹³ Drugo željezno sidro nalazi se jugoistočno od balastnog kamenja.⁹⁴



Sl. 10 – Ortogonalni plan dijela nalazišta istraženog 2015. godine (autor: S. Govorčin, J. L. Casaban)

⁹² J. LUETIĆ, 1969, 29.

⁹³ I. MIHAJLOVIĆ, 2010, 105.

⁹⁴ I. RADIĆ ROSSI, 2015, 18.

Drveni koloturnik pronađen je prilikom pregleda terena 2008. godine.⁹⁵ Tijekom istraživanja sedamdesetih godina 20. stoljeća pronađeno je jedanaest brončanih kvadratnih blokova s kružnom perforacijom u sredini, a nekoliko takvih primjeraka locirano je i 2016. godine. Ti su predmeti definirani kao ležišta oko osovine drvenog koloturnika.⁹⁶ Takvi su koloturnici služili za kontroliranje opute broda.

Prilikom prvih istraživanja na lokalitetu, pronađen je i jedan dubinomjer. Načinjen je od olova, stožastog je oblika te po duljini ima dva okomita žlijeba. Na vrhu ima rupicu za vezivanje užeta, a na dnu udubljenje koje bi se namazalo mašću, parafinom ili uljem da bi se na njega potom zalijepio uzorak morskog dna iz kojega bi se saznao sastav istog.⁹⁷ Dva navigacijska šestara, s tankim nogama ukrašenim urezanim crticama, pripadaju starijem, elegantnijem tipu iz 16. stoljeća.⁹⁸

Anica Kisić piše kako su prilikom istraživanja sedamdesetih godina na površinu podignuta tri željezna topa tipa bombe, od kojih se jedan raspao, a ušlo se i u trag informacijama da su dva manja brončana topa tipa pedrijere podignuta u neovlaštenim akcijama. Pronađena je tada i žlica za punjenje topa, te još jedna takva 2016. godine. Ostale artefakte čine različite vrste municije.⁹⁹



Slika 11 - Grb obitelji Primojević s brončanog topa (foto: E. Šilić)

Mali je brončani top s nalazišta iznimno značajan jer nam potvrđuje kako je riječ upravo o brodu *Sv. Jerolim*. Na njemu se, naime, nalazi prikaz grba obitelji Primojević (Sl. 11). Štit grba završava zašiljeno i ima zavinute gornje krajeve koji se u sredini spajaju u prikazu palmete, ispod koje se nalazi cvijet. Cvijet je odijeljen od donjeg dijela štita s dvije vodoravne linije. Donji je dio s dvije linije podijeljen u tri dijela, a u svakome se nalazi po jedna zvijezda.¹⁰⁰

U Dubrovniku su u 16. stoljeću živjele dvije grane obitelji Primojević, podrijetlom iz Bosne, a jedna od njih se bavila trgovinom. Sačuvana je oporuka Jere Primojevića, registrirana u Dubrovniku 1570.

⁹⁵ I. RADIĆ ROSSI, M. PARICA, 2008, 80.

⁹⁶ A. KISIĆ, 1979, 81; A. KISIĆ, 2006, 135.

⁹⁷ A. KISIĆ, 1979, 82-83; A. KISIĆ, 2006, 136.

⁹⁸ A. KISIĆ, 1979, 82; A. KISIĆ, 2006, 135.

⁹⁹ A. KISIĆ, 1979, 83.

¹⁰⁰ A. KISIĆ, 1979, 76-77. Originalni top nalazi se u privatnoj zbirci Pedrini u Dubrovniku, a u Pomorskom muzeju izložena je kopija predmeta.

godine, iz koje saznajemo kako je imao trgovinu u Veneciji te kako je bio vlasnik broda *Sv. Jerolim* i imao udjel u brodu *Floria Flori*. Kapetan broda bio je Vicko Ivov koji je imao i udio u vlasništvu od jednog i pol karata.¹⁰¹

2.3 Ostali nalazi

Na lokalitetu su pronađeni primjerci fine i grube keramike. Šezdesetak pronađenih ulomaka pripada grubo izrađenom kuhinjskom posuđu koje se nije mnogo mijenjalo tijekom stoljeća te se koristilo isključivo za pripremu hrane. Nekoliko primjeraka finije izrade (Sl. 12) služilo je za posluživanje. Među njima su zdjele, zdjelice, velika



Slika 12 - Glazirana keramika pronađena 2016. godine (foto: E. Šilić)

posuda za čuvanje hrane, amforica, plitki i duboki tanjuri.¹⁰² Na lokalitetu su pronađeni i primjerci engobirane keramike, koja se izrađuje od 14. pa do sredine 16. stoljeća, kada se ukras krajnje pojednostavljuje. Najčešći oblici bez ukrasa su vrčevi i zdjelice, a među onim ukrašenima pronalazimo i tanjure. Takvi primjerci su oslikani različitim motivima, najčešće nepravilnim geometrijskim ili floralnim te ukrasima mrlja. Dio keramičkog inventara pripada graviranoj keramici. To su mahom zdjele, zdjelice i tanjuri. Na ovim primjerima nalazimo prikaze Salomonovog čvora i grba, a posebno se ističe primjerak zelene zdjelice s nalazišta ukrašena alatom koja ima oštri vrh i tup držak (*a punta e stecca*). Na lokalitetu su nađeni i primjerci majolike, popularne u 15. i 16. stoljeću. Tri majolička tanjura ukrašena su plavim florealnim motivima koji prekrivaju cijelu unutrašnjost posude.¹⁰³ Osim keramičkog posuđa, na nalazištu je pronađeno i ono metalno, i to rađeno od kositra i bakra. U pitanju su tzv. *hanzeatski vrčevi*, lijevani u dvije vertikalne polutke.¹⁰⁴

¹⁰¹ A. KISIĆ, 1979, 77-78.

¹⁰² A. KISIĆ, 1979, 90.

¹⁰³ A. KISIĆ, 1979, 92-93.

¹⁰⁴ A. KISIĆ, 1979, 93-94.

Sedam komada španjolskog srebrnog novca čine tri nalaza iz istraživanja sedamdesetih godina i četiri nalaza iz 2016. godine.¹⁰⁵ Svi nalazi su piastri,¹⁰⁶ kako ih se nazivalo većinom u Italiji i Francuskoj te u nekim dijelovima Španjolske. Riječ je o španjolskim *piecas de a ocho*, što znači da se moneta sastoji od osam španjolskih reala.¹⁰⁷ Jedan novčić pronađen sedamdesetih pripada Ferdinandu V. (1478. – 1516.) i Izabeli (1469. – 1504.), a ostali pripadaju Filipu II Španjolskom (1556. – 1598.). Ovdje je bitno napomenuti kako su upravo ovi nalazi poslužili kao *terminus ante quem non* za potonuće broda.¹⁰⁸

Pečatnjak (Sl. 13) s nalazišta načinjen je od komada bronce s drškom od nekog drugog metala. Znak se sastoji od kružnice podijeljene u dva polja, a iznad nje je križ. U gornjem polju se nalazi slovo V, a u donjem slova K i G. Ovakve su pečate često upotrebljavale trgovačke i obrtničke tvrtke u srednjoj i zapadnoj Europi od srednjeg vijeka pa sve do 19. stoljeća, kada je ukinut cehovski sustav. Nazivaju se *Hausmark*. Pečat sa Šipana upućuje na njegovu upotrebu u germanskim ili slavenskim zemljama, budući se slovo K ne koristi često među romanskim stanovništvom.¹⁰⁹

U istraživanjima 70-ih godina prošloga stoljeća izvađeni su i dijelovi vage koja je bila na dva ringa s pomičnim utezima. Od nje je sačuvana brončana šipka, bakrena zdjela kantara i dva stožasta utega.¹¹⁰ Godine 2016. je pronađen i maleni metalni lijevak, promjera čašice 7 cm i dužine 12 cm. Fino je izrađen, s ukrasom dvije ispupčene linije na donjem dijelu čašice.¹¹¹

Što je brod točno prevozio u vrijeme potonuća, za sada nije u potpunosti jasno. Jedini teret koji je očit iz pregleda nalazišta su željezne šipke, čija je namjena također nepoznata. Kisić navodi kako je moguće da je teret bio organske materije te da je s vremenom propao.¹¹² Mislim da je ta pretpostavka uvelike moguća, s time da bih ovdje nadodala teoriju po kojoj se barem dijelom radi o farmaceutskim proizvodima. Dokaz za to je prisustvo barem dva albarela na brodu, koji su se upotrebljavali za čuvanje začina, ali i lijekova, zatim prisustvo

¹⁰⁵ K. BATUR, I. RADIĆ ROSSI, 2016, 15-16.

¹⁰⁶ A. KISIĆ, 1979, 94-95.

¹⁰⁷ A. DEL MAR, 1886, 105-107.

¹⁰⁸ A. KISIĆ, 1979, 94-95.

¹⁰⁹ A. KISIĆ, 1979, 94-95.

¹¹⁰ A. KISIĆ, 1979, 96.

¹¹¹ K. BATUR, I. RADIĆ ROSSI, 2016, 17.

¹¹² A. KISIĆ, 2006, 131.

vage kakve su se često upotrebljavale u ljekarnama te maleni metalni lijevak i batić mortara, što se sve moglo koristiti u farmaceutske svrhe.



Sl. 13 - Pečatnjak (foto: E. Šilić)

3. Olovo kao materijal za zaštitu broskog trupa

3.1 Fizikalna i kemijska svojstva olova

Da bismo razumjeli ulogu olova u ljudskome društvu općenito, pa tako i kao materijala za pokrivanje broskog trupa, potrebno je prije svega proučiti njegova fizikalna i kemijska svojstva.

Olovo (kemijski simbol Pb, od latinskog *plumbum*¹¹³) je mek, težak element, u presijeku plavkasto bijele boje, dok na zraku poprima sivu nijansu.¹¹⁴ Ono je metal, pa time posjeduje i neka opća svojstva koja su zajednička svim elementima te skupine, odnosno

¹¹³ C. R. HAMMOND, 2017, 4-20.

¹¹⁴ K. LEW, 2009, 7.

neprozirno je, čvrsto, ima dobru električnu i toplinsku vodljivost, karakterizira ga duktilnost i kovnost.¹¹⁵ Olovo je također i otrovno za čovjeka ukoliko se unese u organizam oralnim putem ili udisajem,¹¹⁶ a stvara poremećaje u radu živčanog sustava, mišića, zglobova te povećava krvni tlak.¹¹⁷

Iz periodnog sustava elemenata vidimo da se olovo nalazi u šestoj periodu i četrnaestoj grupi, odnosno ugljikovoj skupini.¹¹⁸ Zbog takve pozicije, između prijelaznih metala i polumetala, posjeduje određene posebne karakteristike,¹¹⁹ kao što je mekoća i mala točka tališta (327, 46 °C).¹²⁰ Bitna osobina je i velika gustoća, koja iznosi 11,35, što stavlja olovo odmah iza zlata, kojeg u prirodi ima mnogo manje.¹²¹

Atom olova ima 82 protona, a broj neutrona varira. U prirodi nalazimo izotope sa 122, 124, 125 i 126 neutrona. Elektroni su u atomu olova poredani u šest elektronskih ljuski, od čega se u zadnjoj nalaze četiri valentna elektrona, koje olovo otpušta da bi se povezalo s drugim elementima, najčešće onima organske prirode.¹²² Tu je zanimljivo spomenuti da je upravo zahvaljujući toj karakteristici olovo u velikoj mjeri otporno na koroziju. Reagirajući s kisikom iz zraka, stvara olovni(II) oksid (PbO), koji se zatim veže s ugljikovim(IV) oksidom iz zraka da bi nastao olovni(II) karbonat (PbCO₃) koji u obliku čvrstog filma obavlja olovnu jezgru i sprječava daljnju koroziju elementa.¹²³

Olovo u prirodi čini 0,0013% Zemljine kore,¹²⁴ ali se rijetko nalazi u čistome obliku. Umjesto toga, spaja se s drugim elementima, od čega su najčešći sulfidi i karbonati koji stvaraju olovne rude. One ne formiraju pravilne žile u zemlji, kao što je primjerice slučaj sa zlatom, već se skupljaju u nepravilnim 'džepovima' ili špiljama.¹²⁵

Najpoznatija i najviše komercijalizirana ruda olova kroz povijest jest olovni(II) sulfid (PbS), poznatiji kao galenit. Najčišći galenit sadržava otprilike 86% olova, ali se uz njega nalaze i drugi elementi među kojima je najznačajnije srebro, a zatim zlato, cink, antimon te

¹¹⁵ <https://global.britannica.com/science/metal-chemistry> (16.02.2017.)

¹¹⁶ <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927204> (23.02.2017.)

¹¹⁷ K. LEW, 2009, 34-35.

¹¹⁸ K. LEW, 2009, 13.

¹¹⁹ W. L. MASTERTON, C. N. HURLEY, 2009, 31.

¹²⁰ K. LEW, 2009, 11.

¹²¹ H. G. BROWN, 2011, 9.

¹²² K. LEW, 2009, 18.

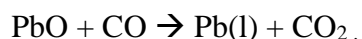
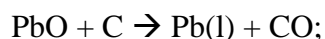
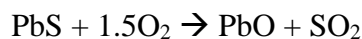
¹²³ K. LEW, 2009, 11-12.

¹²⁴ K. LEW, 2009, 9.

¹²⁵ W. H. PULSIFER, 1888, 114-115.

nikal i kobalt. Od drugih olovnih ruda mogu se izdvojiti olovni(II) karbonat (PbCO_3), odnosno ceruzit,¹²⁶ koji često sadrži veći postotak srebra od galenita,¹²⁷ olovni(II) ortoplumbat(IV) (Pb_3O_4), poznat i kao minij, te olovni(II) sulfat (PbSO_4), odnosno anglezit.¹²⁸

Kako je galenit ruda koja je najviše iskorištavana kroz povijest, radi razumijevanja daljnjeg teksta potrebno je objasniti proces kojim se danas od nje dobiva čisto olovo. Taj postupak započinje oksidacijom, pri čemu se ruda prži na laganoj vatri uz prisustvo zraka, čime nastaju olovni(II) oksid, poznat i kao olovna gled i sumporov(IV) oksid.¹²⁹ Nakon toga nastupa proces redukcije, u zatvorenoj peći uz prisustvo reducensa, najčešće ugljena te se olovni(II) oksid miješa s ugljikom, a kao produkt nastaju ugljikov(IV) oksid, koji izgara u atmosferu, i tekuće olovo. Cijeli se proces može prikazati sljedećim jednadžbama:



Olovo koje je rezultat tog procesa još uvijek ima određene nečistoće koje se odražavaju u prisutnosti ostalih metala. Prvi od tih metala je bakar (Cu) koji se odvaja tako da se dobivena olovna smjesa podgrijava u posebnim pećima (eng. *reverberatory furnace*) do njegove točke ledišta te se on pojavljuje na površini tekućine, od kuda se lako uklanja. Kositar (Sn), arsen (As) i antimon (Sb) uklanjaju se nakon što se pri oksidaciji skupljaju kao šljaka na površini.

Omekšano olovo još uvijek može sadržavati srebro (Ag), zlato (Au) i možda bizmut (Bi). Postoje tri načina na koja se iz ove smjese može dobiti donekle čisto olovo. Danas se najčešće koristi takozvani cink proces. Na temperaturi od 420 °C, cink se pretvara u krutinu na površini smjese koja na sebe veže i zlato i srebro. Ostatak cinka se iz smjese uklanja oksidacijom, vakuumskom destilacijom ili reakcijom s Cl_2 . Konačna purifikacija vrši se elektrolizom uz pomoć željeznih anoda, a rezultat je katodni depozit koji sadrži 99, 99% olova.

¹²⁶ W. H. PULSIFER, 1888, 115.

¹²⁷ H. G. BROWN, 2011, 9.

¹²⁸ K. LEW, 2009, 10.

¹²⁹ N. N. GREENWOOD, A. EARNSHAW, 1997, 369-371.

Drugi način je takozvani Pattison proces, izumljen tek 1833. godine. Pri tom se postupku kruta smjesa zagrijava iznad točke tališta olova, te se nakon toga postupno hladi, a prilikom hlađenja stvaraju se kristali koji sadrže u sebi velik postotak srebra. Ostatak srebra uklanja se kupelacijom.¹³⁰

Kupalecija je proces kojim se plemeniti metali odvajaju od baznih metala.¹³¹ Bila je primaran način za dobivanje srebra i olova kroz povijest,¹³² a koristi se i dan danas. Temelji se na otpornosti plemenitih metala na oksidaciju. Olovna ruda se prvo podgrijava u oksidacijskim uvjetima na otvorenim pećima, kao što je već opisano ranije. Olovo pri tome oksidira i sa sobom povlači i druge elemente sklone tom procesu. Stvara se šljaka koja sadrži olovni monoksid (eng. *litharge*) koju upijaju stjenke posude ili ognjišta, a na dnu ostaje kruti grumen srebra i ponekad zlata.¹³³

Iz ovako nastalog olovnog monoksida može se dobiti donekle čisto olovo. Dodaju se vapnenac (CaCO_3) ili koks iz ugljena te oni taljenjem u redukcijским uvjetima na sebe vežu nečistoće, a ono što ostaje je čisto olovo. Alternativni način je dodavanje svježije rude koja u oksidacijskim uvjetima na sebe veže okside iz olova ($\text{PbS} + 2\text{PbO} \rightarrow 3\text{Pb} + \text{SO}_2$).¹³⁴

3.2 Proizvodnja olova u ranom novom vijeku

Osnove za razvoj rudarstva i metalurgije u Europi ranoga novog vijeka utemeljene su još u razvijenom srednjem vijeku, točnije oko 1170. godine kada su otkrivene rude srebra u Freibergu u Saksoniji.¹³⁵ U to vrijeme nastupa situacija koja bi se mogla nazvati srebrnom groznicom, u usporedbi s tzv. zlatnom groznicom iz 19. stoljeća u Americi. Ljudi iz svih područja Europe, a napose onih na zapadu koja nisu bila toliko bogata rudom, hrle na područje Alpa, a olovna ruda se naveliko iskorištava i u Engleskoj.¹³⁶

Iz toga razdoblja potječe i nekoliko knjiga koje se bave tematikom rudarstva i metalurgije, a najznačajnija je ona benediktinskog redovnika Teofila, *De diversis artibus*, nastala oko 1125. godine.¹³⁷

¹³⁰ W. H. PULSIFER, 1888, 142-144.

¹³¹ M. MARTINÓN-TORRES, T. REHREN, 2008a, 131-132.

¹³² C. S. SMITH, R. J. FORBES, 1964, 30.

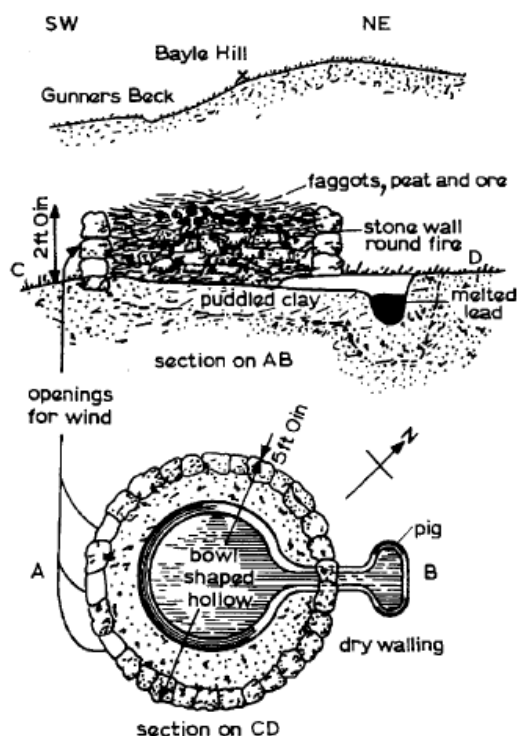
¹³³ C. S. SMITH, R. J. FORBES, 1964, 64; J. BAYLEY, D. CROSSLEY, M. PONTING, 2008, 56.

¹³⁴ G. K. SCHWEITZER, L. L. PESTERFIELD, 2010, 195.

¹³⁵ J. U. NEF, 1987, 698-699.

¹³⁶ J. U. NEF, 1987, 701-702.

¹³⁷ M. MARTINÓN-TORRES, T. REHREN, 2008b, 658.



Slika 14 - Rana poluotvorena peć iz Yorkshirea (TYLECOTE, 2002, 62, 90.)

Proizvodnja olova započinjala je u rudnicima, odvajanjem ruda bogatijih srebrom od onih bogatijih olovom, što je posvjedočeno analizom izotopa olova iz rudničkog naselja Altenberg na zapadu Saksonije.¹³⁸ Nakon toga, ruda bi se talila u poluotvorenim pećima (eng. *boles*), (Sl. 14), koje su bile različitih oblika, ali su se sve temeljile na istom principu. Nalazile su se na brežuljcima te se njihov sadržaj palio kada bi puhao vjetar koji je stvarao podlogu za oksidaciju. Tako oksidirana ruda cijedila se s površine peći u njezinu unutrašnjost u kojoj su se uz prisustvo šljake stvarali uvjeti za redukciju, a konačan produkt rastaljenog olova cijedio se u unutrašnjost peći u kojoj je kroz kanal stizao u udubinu gdje se nalazila podloga

za ingot. Nakon opisanoga taljenja većina olova bila je još dodatno tretirana u vrsti zatvorene peći u koju se zrak upuhivao mijehom (eng. *blackwork oven*).¹³⁹

Velika inovacija u 12. stoljeću bila je upotreba ugljena za potpalu, a u kovačnice se uvodi mijeh i čekići koje su pokretali vodeni mlinovi. Alkemičarski laboratoriji utiru put modernoj znanosti kemije.¹⁴⁰

Ovakvo stanje traje sve do 14. stoljeća kad nastaje kriza u metalurgiji jer su iscrpljene gotovo sve površinske zalihe ruda u Europi, a stanovništvo je pokosila epidemija kuge.¹⁴¹

Ipak, populacija se oporavlja pa se u drugoj polovici 15. i u 16. stoljeću srednjovjekovne inovacije počinju koristiti u većoj mjeri, na višoj razini, sustavno i na širem području, a vrhunac te eksploatacije dostiže se u 17. stoljeću.¹⁴² Godine 1540. izlazi i prva tiskana knjiga na temu metalurgije *De la Pirotechnia* Vannoccia Biringuccia, pisana na talijanskom jeziku. Godine 1556. tiskana je i knjiga *De re metallica*, autora Georgiusa

¹³⁸ T. REHREN, J. SCHNEIDER, C. BARTELS, 1999, 73-83.

¹³⁹ J. BAYLEY, D. CROSSLEY, M. PONTING, 2008, 53-54.

¹⁴⁰ M. MARTINÓN-TORRES, T. REHREN, 2008b, 660.

¹⁴¹ J. U. NEF, 1987, 721-723.

¹⁴² M. VEYRAT, 2017, 65-69.

Agricole koja je zbog obilja ilustracija, jednostavnog stila pisanja i tada šire razumljivog latinskog jezika, možda i važnija od Biringuccijevog rada. Obe su knjige pisane kao priručnici koji bi trebali pomoći majstorima rudarima i metalurzima u njihovom radu, a danas pružaju obilje vrijednih informacija.¹⁴³

Najvažniji poticaj iskorištavanju ruda u drugoj polovici 15. i prvoj polovici 16. stoljeća dali su prije svega otkriće novih rudnih žila u centralnoj Europi te novi način odvajanja srebra od bakrenih ruda uz pomoć olova, zbog čega su rečene rude iznenada postale mnogo profitabilnije nego li u prošlosti.¹⁴⁴

Više nego ikada prije u povijesti počinje se koristiti snaga vode. Instaliraju se moćni sustavi za drenažu rudnika.¹⁴⁵ U Schemnitzu u Karpatima počinje se koristiti konjska snaga za pokretanje velikih kola uz pomoć kojih se pumpala voda iz najdubljih okana.¹⁴⁶ Sve više se koriste vodenice za pokretanje mjeheva,¹⁴⁷ za ravnanje metala i izvlačenje žica u kovačkim radionicama.¹⁴⁸ Javljaju se pogoni za proizvodnju metala u kojima majstor metalurg i njegovi naučnici obrađuju rudu sve od njezina dolaska iz rudnika pa do gotovog proizvoda.¹⁴⁹ Te tehnološke inovacije zahtijevaju i velika ulaganja, tako da se pojedinci ne mogu više samostalno financirati. Rudnici se iznajmljuju plemićima, bogatim trgovcima i samostanima, a rudari koji su ranije bili slobodni počinju raditi za njih. Nastala situacija rezultira podjelom između kapitala i rada.¹⁵⁰ U 17. stoljeću rudnici su grupirani pod vlašću raznih kompanija koje zatim prodaju dionice kako bi smanjile svoje financijske rizike. Zanimljivo je, na primjer, kako investitori rudnika u Bretanji uopće ne prebivaju tamo nego u Parizu.¹⁵¹

Ipak, sve ove promjene događaju se prilično sporo i zahvaćaju većinu Europe tek u prvoj četvrtini 16. stoljeća. U ranije vrijeme one zahvaćaju tek u područja današnje Češke, Mađarske, Nizozemske, Tirola i Saksonije.¹⁵² Olovna ruda vadi se na malim dubinama iz

¹⁴³ C. S. SMITH, R. J. FORBES, 1964, 27; za probleme koji se pojavljuju prilikom upotrebe ovih renesansnih tekstova u modernim istraživanjima vidi M. MARTINÓN-TORRES, T. REHREN, 2008a, 147-148.

¹⁴⁴ J. U. NEF, 1987, 727.

¹⁴⁵ G. AGRICOLA, 1556, 171-200.

¹⁴⁶ J. U. NEF, 1987, 728.

¹⁴⁷ G. AGRICOLA, 1556, 371-374.

¹⁴⁸ J. U. NEF, 1987, 731.

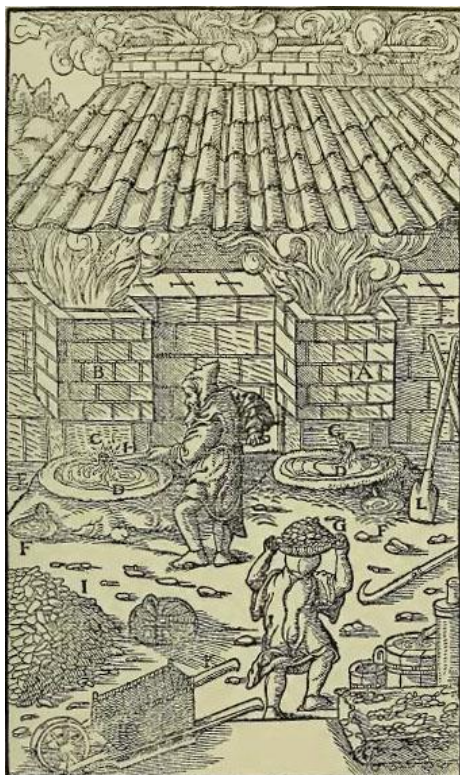
¹⁴⁹ G. AGRICOLA, 1556, 355-374.

¹⁵⁰ J. U. NEF, 1987, 739-756.

¹⁵¹ M. VEYRAT, 2017, 69.

¹⁵² J. U. NEF, 1987, 732.

rudarskih okana dubokih petnaestak metara,¹⁵³ a dublja eksploatacija dolazi na red tek u 17. stoljeću kada su tehnike vađenja rude uz pomoć vodene i konjske snage usavršene.¹⁵⁴



Slika 15 – Visoke peći za taljenje rude trećom metodom: A, B – peći; C – ispust; D – predognjište; F – drugo predognjište (G. AGRICOLA, 1556, 389.)

Nakon otkrića ruda u Novome Svijetu, rudarstvo i metalurgija se polako u drugoj polovici 16. stoljeća premještaju u te predijele, iako se zadržavaju i na nekim mjestima u Europi, napose u Šleskoj, Freibergu i Goslaru u Njemačkoj.¹⁵⁵

Iako se u 16. stoljeću olovna ruda i dalje koristi većinom za dobivanje srebra, olovo ipak pronalazi širu uporabu, ponajprije za pokrivanje krovova crkvi kao i u srednjem vijeku, a zatim prilikom izrade keramike, za šminku i za oblaganje brodske trupa.¹⁵⁶ Ono se upotrebljava i u samim metalurškim postupcima kao sredstvo koje na sebe veže ostale metale i nečistoće, da bi iza njega ostalo srebro ili zlato. Ta je uporaba najočitija prilikom tada popularne metode ispitivanja ruda (eng. *assaying*), kojom se iz male količine rude pokušavalo utvrditi koliko plemenitih metala ona sadrži i kolika je isplativost njezine daljnje obrade.¹⁵⁷

Metode dobivanja olova iz olovne rude opisali su već spomenuti V. Biringuccio¹⁵⁸ i G. Agricola.¹⁵⁹ Potonji dijeli rude po njihovu bogatstvu srebrom i zlatom, a obrada ovisi o količini tih plemenitih metala. Tako se prva metoda odnosi na rude izrazito bogate srebrom i zlatom, druga na one srednje bogate, a treća na siromašne.¹⁶⁰ Rude olova se najčešće obrađuju trećom metodom, u visokim pećima kojima je ispust uvijek otvoren.¹⁶¹

¹⁵³ J. U. NEF, 1987, 732.

¹⁵⁴ M. VEYRAT, 2017, 65.

¹⁵⁵ J. U. NEF, 1987, 756.

¹⁵⁶ C. S. SMITH, R. J. FORBES, 1964, 44-45.

¹⁵⁷ M. MARTINÓN-TORRES, T. REHREN, 2005, 14, 20, V. BIRINGUCCIO, 1540, 135-141.

¹⁵⁸ V. BIRINGUCCIO, 1540, 54-59.

¹⁵⁹ G. AGRICOLA, 1556, 374-411.

¹⁶⁰ G. AGRICOLA, 1556, 374.

¹⁶¹ G. AGRICOLA, 1556, 388.

Spomenute peći izgrađene su u posebnim radionicama, prislonjene na prednju stranu zida radionice, blizu tekuće vode koja uz pomoć kola vodenice pokreće mjebove koji se nalaze na stražnjoj strani zida i upuhuju zrak u peć stvarajući time veće temperature. Sama peć je najčešće približno kvadratnog presjeka, s otvorenim gornjim dijelom kroz koji se ubacuje svježa ruda i kroz koji izlaze ispušni plinovi. Na prednjem dijelu peći pri dnu se nalazi otvor – ispust – kroz koji izlazi rastopljena ruda i troska u predognjište u obliku bazena, koje se nalazi ispred peći. Razne varijacije ovog modela ovise o lokalnoj interpretaciji i o vrsti rude koja se obrađuje.¹⁶² Za topljenje olovne rude grade se veće i šire peći (Sl. 15), s većim mjehovima, tako da se može obrađivati više rude odjednom. Iz istog razloga te peći imaju i dva predognjišta, tako da kada se jedno napuni do kraja, rastopljeni metal teče u drugo.



Slika 16 – Posebne peći za taljenje olovne rude: A – peć Karna; K – peć Saksonaca; P – ognjište Vestfalijevaca; V – peći Poljaka (G. AGRICOLA, 1556, 393.)

Ruda se ovom metodom prerađuje kontinuirano kako bi se smanjili troškovi, a majstori na pećima rade u smjenama po dvanaest sati.¹⁶³

Agricola opisuje još nekoliko posebnih peći za taljenje olovne rude, koje su vjerojatno proizašle iz lokalne tradicije (Sl. 16).¹⁶⁴ U njegovo vrijeme Karni imaju peći s

¹⁶² V. BIRINGUCCIO, 1540, 145-150.

¹⁶³ G. AGRICOLA, 1556, 388-390.

¹⁶⁴ G. AGRICOLA, 1556, 390-394.

podlogom od granja na koje stavljaju rudu koja zatim teče u veliku retortu koja se nalazi dijelom izvan, a dijelom unutar peći. Saksonci stavljaju drvo u peć s rudom kroz stražnji otvor i kad se rastopi, otvaraju ispust kroz koji ruda izlazi u retortu. U Vestfaliji se ruda pomiješana s ugljenom stavlja na sljeme brda pokriveno slamom, te se vatra za potpalu održava uz pomoć vjetra. Produkt ovakvog procesa su velike nečiste ploče olova koje se moraju naknadno prerađivati. U Poljskoj se koriste ognjišta od cigle na vrh kojih se stavlja drvo za potpalu i olovna ruda koja kad se rastopi curi niz bokove peći.

Dobiveni ingoti olova se nakon toga rastapaju u radionicama na jedan od načina koje je Biringuccio opisao u svojem djelu, u pećima (eng. *reverberatory furnace*), ognjištima, košarama, kutlačama, retortama, ili pećima na vjetar. Ove metode ne opisuju se u radu jer se razlikuju jedino u metodi potpirivanja vatre za zagrijavanje metala i u receptorima za taj metal.¹⁶⁵

Na kraju ću se još osvrnuti na tehniku lijevanja ploča olovnog lima koje su se koristile za krovove i za izradu obloge brodske trupa. Olovo se lijevalo u kalup u obliku drvenog stola spojenog željeznim čavlima čija je gornja površina bila ograđena da se spriječi gubitak tekućeg metala. Lijevalo se na dva načina: na podlozi od pijeska i na podlozi od platna.

Prva tehnika (Sl. 17) zahtijevala je ravan kalup na koji bi se stavio sitan pijesak, a da bi zrnca bila podjednake veličine, on se prije upotrebe dodatno mrvio batom. Prije lijevanja se pijesak lagano namočio i izravnao. Zatim se izlievalo olovo na jednome kraju i drvenom alatom (krajevi su joj nasjedali na rubove kalupa, a središnji dio je bio ispupčen do nekoliko milimetara iznad sloja pijeska da se dobije željena debljina olovne ploče) guralo na drugi kraj kalupa tako da je postupno tonulo na pijesak. Dodatno se ravnalo drvenim valjcima i namotavalo u rolu uz pomoć drvenog štapa. Tako napravljena olovna ploča ima debljinu oko 3 mm.¹⁶⁶

Druga tehnika bila je uvelike slična prvoj samo što se umjesto pijeska koristilo platno. Također, kalup nije bio ravan već nagnut na jednu stranu, a olovo se izlievalo na

¹⁶⁵ V. BIRINGUCCIO, 1540, 281-294.

¹⁶⁶ M. VEYRAT, 2017, 98-101, je otkrila jednu tvrtku u Engleskoj koja još uvijek proizvodi olovne ploče na ovaj način, a video koji prikazuje opisani postupak može se vidjeti na njihovoj web stranici: <http://www.nandu.co.uk/about-us/lead-casting/> (12.08.2017.)

višoj strani odakle je teklo u nižu. Time je tok metala bio brži, a ploče koje nastaju kao produkt tog procesa bile su tanje.¹⁶⁷

Lijevanje olova je imalo manu u tome što bi se metal nejednako hladio prilikom lijevanja u kalup, što bi stvaralo krhke i porozne ploče koje bi na brodovima brzo degradirale, dopuštajući prolazak morskim organizmima.¹⁶⁸

Ti su nedostaci prevladani tek nakon 1670. godine, kad su britanski metalurzi Sir Philip Howard i Sir Francis Watson razvili tzv. mljeveno olovo (eng. *milled lead*), koje se proizvodilo strojno. Tekuće olovo prvo se izlijevalo na gore opisani način kojim se uz pomoć pijeska dobivaju olovne ploče, samo što su te ploče u ovome slučaju bile mnogo veće debljine. Kad bi se one donekle ohladile, dizalicom su prenošene do mlina (Sl. 18). Uz pomoć kompliciranog sistema koji uključuje mnoštvo poluga i kolotura koji pokreću dva valjka položena horizontalno jedan iznad drugog, olovne su se ploče prešale. Takvo olovo nije bilo podložno pucanju zato jer prešanje dodatno učvršćuje strukturu metala, a dobivena ploča posvuda je jednake debljine koja ovisi o želji naručitelja. Dimenzije ploča zapisane su u 18. stoljeću, a iznosile su 8,1 do 9,8 m duljine i 1,5 m širine. Za usporedbu, one koje su nastale lijevanjem bile su 4,1 do 4,9 m duge, a 65 cm široke. M. Veyrat navodi kako bi ti podatci mogli pomoći u određivanju načina proizvodnje olovni ploča pronađenih na brodovima. Drugi način bio je po određivanju debljine, međutim, navodi Veyrat, debljina se često mijenjala kao posljedica djelovanja mora na olovo.¹⁶⁹

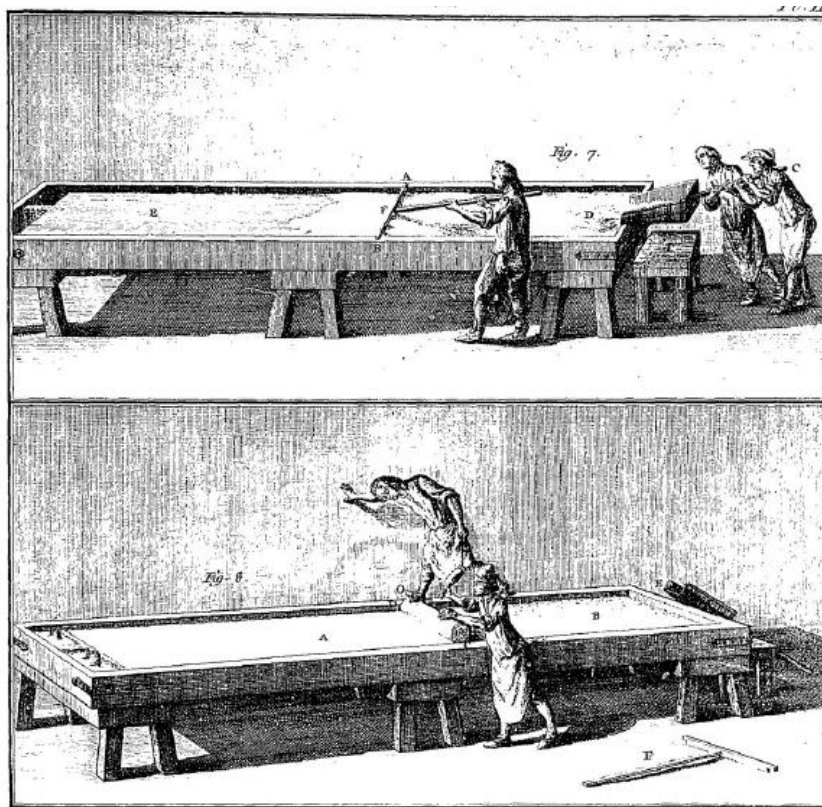
Zanimljivo je kako ovakav način izrade olovni ploča nije odmah posvuda naišao na široku primjenu. Tako na primjer radionica Saint Antoine u Francuskoj kupuje prva dva mlina tek 1729. godine.¹⁷⁰ Tu informaciju treba također uzeti u obzir prilikom identifikacije načina izrade olovni ploča za pokrivanje broskog trupa, u smislu da ne znači nužno da je svaki brodolom datiran nakon 1670. godine nosio na sebi mljeveno olovo, iako je ono tada izumljeno.

¹⁶⁷ M. VEYRAT, 2017, 103-105.

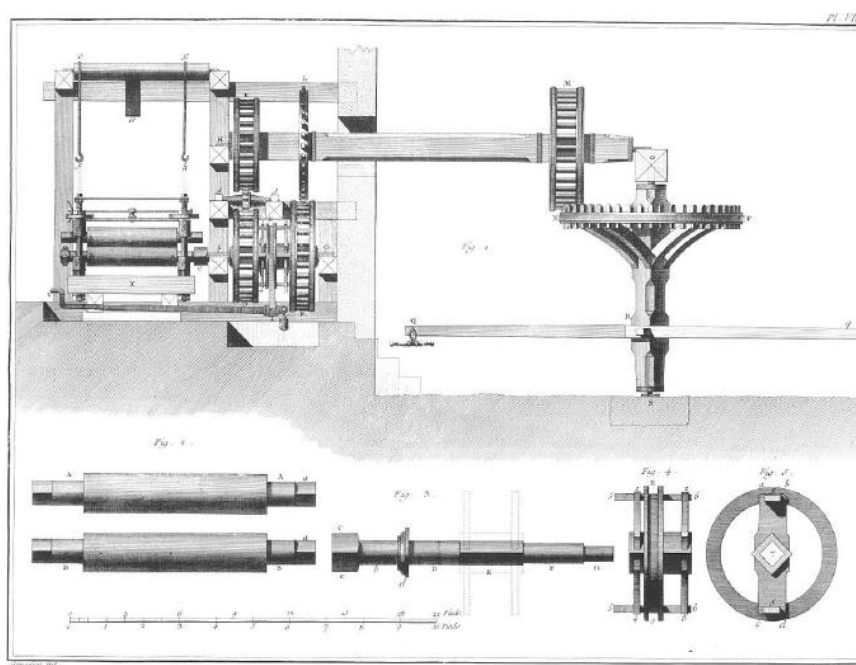
¹⁶⁸ A. W. MARR, 2006, 17-18.

¹⁶⁹ M. VEYRAT, 2017, 105-111.

¹⁷⁰ M. VEYRAT, 2017, 105.



Slika 17 – Lijevanje olova u kalup uz pomoć podloge od pijeska (M. VEYRAT, 2017, 102, fig. 44, cit. Lagardette, 1773, tabla II)



Slika 18 – Mlin za proizvodnju mljevenog olova (M. VEYRAT, 2017, 109, fig. 48, cit. Diderot, 1777, T. 8)

4. Upotreba olova za zaštitu brodskog trupa u ranom novom vijeku (16. i 17. stoljeće)

4.1 Osnovni pojmovi vezani uz zaštitu brodskog trupa

Najveći neprijatelj brodskog trupa uronjenog u vodu ili more je obraštanje (eng. *fouling*), (Sl. 19), odnosno naseljavanje različitih biljnih i životinjskih organizama na površini broda, bova ili drugih potopljenih objekata koji u takvom okruženju zapravo čine strano tijelo. Takav obraštaj povećava hrapavost vanjske površine uronjenog dijela trupa broda, što stvara otpor trenja¹⁷¹ i usporava brod čak i do 25%.¹⁷²

Čim se brodski trup uroni u vodu ili more, na njemu se stvori tanka prevlaka koja se sastoji od otopljenog organskog materijala: bakterija, jednostaničnih algi i cijanobakterija. Takva prevlaka naziva se mikro-obraštaj (eng. *micro-fouling*). Nakon toga, razvija se takozvani makro-obraštaj (eng. *macro-fouling*) koji možemo podijeliti na meki i tvrdi obraštaj (eng. *soft and hard fouling*).¹⁷³ Meki obraštaj dolazi prvi, u vidu bakterija i gljivica koje izazivaju meku trulež (eng. *soft rot*), odnosno čine drvo poroznim i pripremaju ga za



Slika 19 – Obraslo dno plutajuće platforme (I. JURAGA, I. STOJANOVIĆ, T. NORŠIĆ, 2007, 279.)

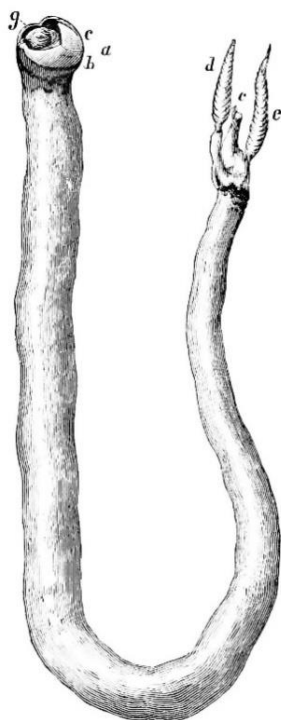
¹⁷¹ I. JURAGA, I. STOJANOVIĆ, T. NORŠIĆ, 2007, 279.

¹⁷² C. F. T. YOUNG, 1867, 51.

¹⁷³ M. E. CALLOW, J. A. CALLOW, 2002, 10.

dolazak tvrdog obraštaja u obliku crva, mekušaca, školjkaša, kukaca i larvi (Sl. 1). Ovi pak daljnjim bušenjem drva omogućuju bakterijama i gljivicama da prodiru u njegove dublje dijelove, tako da bismo mogli slobodno reći da svi ovi organizmi žive u određenoj simbiozi.¹⁷⁴

Brzina i količina obraštanja nisu iste svugdje i u svakoj prilici. One ovise o brojnim čimbenicima: o kemijskim varijablama mora (temperatura, salinitet, zagađenje, zamućenost, količina kisika), prisutnosti morskih organizama koji izazivaju obraštanje, vrsti drva, njegovoj mekoći, duljini izloženosti drva u moru, orijentaciji drva u odnosu na dubinu mora, o morskome dnu, strujama, osvjetljenju, prisutnosti ili odsutnosti grabežljivaca ili parazita i drugim.¹⁷⁵



Slika 20 - *Teredo navalis*
(<https://manitobamuseum.ca/main/blogs/zoology/>)

Od svih vrsta koje napadaju brodski trup, najviše se spominje *Teredo navalis* (Sl. 20), kolokvijalno znan kao brodski crv (crvotočac), naziv koji duguje činjenici da kada je izvađen iz svoje ljuske nalikuje kopnenom crvu. Ovaj nametnik pripada koljenu mekušaca i porodici Teredinidae, koja pak ima tri potporodice sa sveukupno 66 vrsta.¹⁷⁶ Bitno je napomenuti da se za cijelu ovu porodicu u tekstovima udomaćio naziv *Teredo*, dok je u stvarnosti to samo ime najpoznatijeg roda, a *Teredo navalis* je najpoznatija vrsta unutar toga roda. Zbog ove se činjenice često i različiti 'morski crvi' bez neke veće osnove nazivaju *Teredo navalis*.¹⁷⁷ Za točnu procjenu vrste potrebno je analizirati vapnenačke pločice uz pomoć kojih mekušac zatvara svoje tunele.¹⁷⁸

Kao što je rečeno, *Teredo navalis* ima izduženo crvoliko tijelo, koje je s vanjske strane obavijeno tankom ljuskom na kojoj se nalaze mali zubići uz pomoć kojih ovaj mekušac buši drvo u kojemu stvara tunele u koje se u potpunosti nastanjuje.

¹⁷⁴ N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 458; I. JURAGA, I. STOJANOVIĆ, T. NORŠIĆ, 2007, 279.

¹⁷⁵ N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 446; I. JURAGA, I. STOJANOVIĆ, T. NORŠIĆ, 2007, 279.

¹⁷⁶ N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 339-340.

¹⁷⁷ N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 453.

¹⁷⁸ K. N. HOPPE, 2002, 116.

Na kraju tunela ima dva sifona koje može povući i tako zapečatiti rupu koju je izdubio u drvu.¹⁷⁹

Teredo 'crvi' hrane se celulozom iz drva i probavljaju ju uz pomoć simbiotskih bakterija. Neprobavljena piljevina izbacuje se kroz sifone na kraju tunela koji je uvijek malo širi od same širine crva, kako bi se ovaj mogao povući u svoju rupu u slučaju opasnosti. *Teredo navalis* je poseban po činjenici da, za razliku od ostalih „morskih crva“ može preživjeti isključivo na drvenoj ishrani. Posebno je opasan za brodski trup zbog činjenice da kada se zatvori u svoju rupu, anaerobno može opstati u drvu i do tri tjedna, odnosno, može preživjeti duže izlaganje zraku ili slatkoj vodi.¹⁸⁰

Ne znamo od kuda točno potječe *Teredo navalis* niti kojim se putem širio.¹⁸¹ Činjenica jest da ti mekušci bolje uspijevaju u toplim morima pa neki vjeruju da je na sjever Europe, pa čak i u Mediteran, donesen na trupovima brodova iz tropskih mora. Iako nema sumnje da je plovidba pridonijela širenju vrste,¹⁸² ipak je 'crvima' teško prilagoditi se novim, hladnijim uvjetima, te većina njih ugiba.¹⁸³ Ova je vrsta zbog svega toga trenutno klasificirana kao kriptogena (eng. *cryptogenic species*), odnosno, vrsta za koju nema točnog dokaza kada je nastala, a u Atlantik je došla prije 1800. godine.¹⁸⁴ U Europi je prvi puta zabilježena 1731. godine, kad je uništila drvena vrata nasipa u Nizozemskoj, izazivajući veliku poplavu,¹⁸⁵ a gotovo je sigurno da je upravo ova vrsta izazivala velike probleme mornarima ranog novog vijeka koji su svojim brodovima putovali iz Europe u topla mora. Tako na primjer Kristofor Kolumbo za svojeg četvrtog putovanja u Ameriku piše kako je morao napustiti tri od svoja četiri broda kada „...svi ljudi s pumpama, loncima i drugim posudama nisu bili dovoljni da izbace vodu koja je ušla u brod kroz rupe od crva.“¹⁸⁶ Upravo su zbog ovakvih slučajeva ljudi toga vremena osmislili različite zaštite za svoje brodove, a olovna obloga je jedan od njih.

¹⁷⁹ K. N. HOPPE, 2002, 116.

¹⁸⁰ K. N. HOPPE, 2002, 116-117.

¹⁸¹ K. N. HOPPE, 2002, 117.

¹⁸² N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 429.

¹⁸³ N. B. NAIR, M. SARASWATHY, 1971, 448.

¹⁸⁴ N. STREFTARIS, A. ZENETOS, E. PAPATHANASSIOU, 2005, 421.

¹⁸⁵ K. N. HOPPE, 2002, 117.

¹⁸⁶ K. CRISMAN, 1999, 260, cit. SMITH, 1988, 40, ("...all of the people with pumps, kettles, and other vessels were insufficient to bail out the water that entered by the worm holes.")

Da bi se transport brodom pokazao što isplativijim, bilo je potrebno čim više produžiti njegov životni vijek te spriječiti ili sanirati bilo kakva oštećenja ili nedostatke na brodskoj konstrukciji.¹⁸⁷ Ljudi su u tu svrhu tijekom povijesti koristili različite metode zaštite: drvo, olovo, bakar, cink, porculan, rimski cement, kožu, željezo, kositar, razne tkanine, staklo, gips i brojne druge.¹⁸⁸



Slika 21 – Ostatci smole na ulomku olovnog lima s broda Sv. Jerolim u uvali Suđurađ na Šipanu (foto: K. Batur)

Najčešće sredstvo zaštite drvenih brodova tijekom čitave povijesti jest smola (eng. *pitch*) (Sl. 21). To je zajedničko ime za skupinu viskoelastičnih polimera,¹⁸⁹ najčešće tamne boje, crne ili smeđe, prirodnih ili umjetno proizvedenih, koji su se premazivali s vanjske ili unutarnje strane broskog trupa kako bi osigurali zaštitu i/ili vodonepropusnost.¹⁹⁰ Kod nas se isti naziv koristi i za posebnu vrstu smole nastale kao izlučevine biljaka (eng. *resin*). Kolokvijalan naziv za istu je i *pakal* ili *paklina*¹⁹¹ i mišljenja sam da bi bilo bolje koristiti jedan od ta dva izraza kako bi se adekvatnije naglasila objašnjena razlika.

Od drugih oblika smole koji se najčešće pronalaze u literaturi bitno je izdvojiti katran i bitumen. Katran (eng. *tar*) je smeđa ili crna viskozna tekućina, dobivena destruktivnom destilacijom organskih materijala, drva, ugljena ili treseta.¹⁹² Bitumen (eng. *bitumen*) je naziv za bilo koju mješavinu ugljikovodika (to može uključivati i katran) koji se pojavljuju prirodno ili ostaju kao talog pri rafiniranju prirodnih supstanci (kao što je na primjer petrolej).¹⁹³ U ovome se kontekstu opet u literaturi javlja naziv smola (eng. *pitch*), kao

¹⁸⁷ C. F. T. YOUNG, 1867, 50-51.

¹⁸⁸ C. F. T. YOUNG, 1867, 36.

¹⁸⁹ <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pitch> (27.06.2017)

¹⁹⁰ J. R. STEFFY, 2006, 277.

¹⁹¹ I. RADIĆ ROSSI, http://www.adriasproject.org/files/file/PUBLICATIONS/Terminologija_radno.pdf (27.06.2017.)

¹⁹² <https://www.merriam-webster.com/dictionary/tar> (27.06.2017)

¹⁹³ <https://www.merriam-webster.com/dictionary/bitumen> (27.06.2017)

produkt dodatnog podgrijavanja destilirane pakline, a rezultat ovoga procesa je tekućina kompaktnija od katrana.¹⁹⁴

Osim smole, koristile su se i različite obloge (eng. *sheathing*), odnosno ploče ili trake od metalnog lima (eng. *sheets, stripes*) ili tankog drva koje su se čavličima (eng. *tack, sheathing nail*) zakucavale za brodsku oplatu. Često se između ovakve obloge i oplata nalaze i drugi oblici zaštite, kao što su smola ili platno. Od korištenih metala tijekom povijesti najčešći su olovo, bakar i cink.¹⁹⁵ Olovna je obloga korištena prvi puta u antici, i to od 4. stoljeća pr. Kr., do 1. stoljeća po Kr., kada nestaje iz uporabe¹⁹⁶ da bi se ponovno pojavila u 16. stoljeću.

Bitno je spomenuti i šuperenje (eng. *caulking*) (Sl. 22), kolokvijalno znano kao *kalafatanje*. Ovaj se pojam odnosi na brtvljenje šupljina i spojeva među dijelovima brodske konstrukcije kako bi ih se učinilo vodonepropusnima.¹⁹⁷ Iz toga slijedi da to nije zaštita od morskih organizama već zaštita od prodiranja vode u unutrašnjost broda. Brtvilo se najčešće kućinom, mahovinom, životinjskom dlakom ili drugim vlaknastim materijalom.¹⁹⁸ Ostaci konoplje ili lana korišteni za šuperenje nazivaju se kućina ili stupa (eng. *oakum*).



Slika 22 – Šuperenje
(http://www.blogstaugustinelighthouse.org/blog/lamposts/an_adventure_through_pacific_t.php)

primijenjen isključivo na prijeklopnoj gradnji. Životinjska dlaka, vuna ili mahovina u tome se slučaju natope u smolu te stavljaju u udubinu na platici (eng. *luting cove*), preko koje zatim naliježe gornja platica. Kad se želi naglasiti razlika između ove dvije vrste šuperenja, za prvu, mediteransku, upotrebljava se naziv uglavljeno šuperenje (eng. *driven caulking*).¹⁹⁹

¹⁹⁴ L. WHITE, B. STERN, 2017, 340.

¹⁹⁵ J. R. STEFFY, 2006, 279.

¹⁹⁶ F. HOCKER, 1995, 201.

¹⁹⁷ I. RADIĆ ROSSI, http://www.adriasproject.org/files/file/PUBLICATIONS/Terminologija_radno.pdf (26.06.2017.)

¹⁹⁸ A. CATSAMBIS, B. FORD, D. L. HAMILTON (ur.), 2013, 1115.

¹⁹⁹ J. R. STEFFY, 2006, 275.

4.2 Pisani izvori

Najstarije zapise koji se tiču upotrebe olovnog lima za zaštitu broskog trupa pronalazimo u dokumentima *Real Cédula*, tj. zapovijedima u kojima španjolski kralj intervenira u rješavanju nekog pravnog konflikta. Takve su isprave karakteristične za razdoblje između 15. i 19. stoljeća,²⁰⁰ a dokumenti koji se izravno tiču naše teme potječu iz 1513. i 1514. godine, iz čega slijedi da ih je izdao kralj Ferdinand II.

Ti se dokumenti izravno tiču ekspedicije Pedrarias Dávila, koji je trebao isploviti 1514. godine za španjolsku koloniju Castilla de Oro u srednjoj Americi. Pedrarias je za taj put trebao iskoristiti tri karavele obložene olovom: *San Clemente*, *Santa Maria de la Consolación* i *Santa Catalina*, iz sela Santa Maria blizu Seville.²⁰¹ Svojom zapovijedi poslanom na datum 7. kolovoza 1513. godine, kralj nalaže Dávili kupovinu dviju novih karavela koje će obložiti olovom od boka prema dolje.²⁰²

Iz *Real Cédula* od 8. veljače 1514., usmjerene dužnosnicima *Casa de la Contratación*, saznajemo kako isti nisu ispunili kraljevu zapovijed: „Već znaš kako smo ti naredili da zaštitish i obložiš olovom dvije karavele koje imaju otići s Pedrariasom, a budući mi on piše kako mu nisi dao više od jedne, a ni ona nije bila tako dobro zaštićena kao što je trebala biti, i kaže kako mu trebaju tri karavele, sada ti naređujemo da ih vrlo vrijedno zaštitish, kako se i priliči takvom putovanju, te da ih obložiš olovom, kao što smo ti već napisali...“ Isti dan kralj piše i Pedrariasu: „... dvije karavele koje si nas tražio bit će obložene olovom, uz onu koja ti je već dana; poslat ću radnike koji znaju kako ih zaštititi i poslat ćemo ih za tvojom ekspedicijom, kao što nas tražiš.“²⁰³

Iz dvije knjige računa Pedrariasove armade²⁰⁴ doznajemo i detalje vezane uz oblaganje rečenih brodova olovom. Za oblaganje Santa Cataline bio je zadužen *lapidario* Ruy Díaz. Za isto je dobio olovnu rudu koja je prerađena u olovo od kojega je napravljena

²⁰⁰ <http://www.claseshistoria.com/glosario/real-cedula.html> (10.08.2017.)

²⁰¹ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 264.

²⁰² M. ALFONSO MOLA, 1989, 79, cit. A.G.I. Panama, leg. 233.

²⁰³ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 264, cit. A.G.I. Panama, leg. 233, lib. 1. („Ya sabéis como teníamos mandado que hiciesedes aderezar y emplomar dos carabelas para que fuesen con Pedrarias, y porque él me escribe que no le habéis dado más de la una y aquella no tan bien aderezada como seria menester y diz que hay necesidad que vayan tres carabelas, por ende yo os mando que luego proveáis con mucha diligencia como se aderezan, como para tal viaje conviene, y para lo del emplomar ya sabéis lo que os he escrito...“; „... las dos carabelas que pedís se os den emplomadas, demás de lá una que se os han dado, envío a mandar a los oficiales de la Casa que luego entiendan en hacerlas aderezar para enviarlas tras esa armada, como lo suplicáis“).

²⁰⁴ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 265, cit. A.G.I., Contratación, 3253, fol° 19 vto. y ss,

191 ploča olovnog lima, a skupa su težile otprilike 1125 kg. Konačna cijena svega toga bila je 34 375 maraveda.²⁰⁵

Godinu dana kasnije obložene su napokon i *San Clemente* i *Santa Maria de la Consolación*. Za prvu je iskorišteno otprilike 1211 kg olova, a za drugu oko 1755 kg olova. Za oblaganje tih brodova bio je zadužen *emplomador* Antonio Fernández. Iz *Real Cédula* izdane na datum 8. veljače 1514. saznajemo i od kuda je došla ruda za oblaganje ovih brodova: „Znaš kako smo ti rekli kako se u Flandriji prodaje olovo i željezo koje potom možemo staviti na brodove, a ako to već nisi napravio, nabavi olovo odatle.“²⁰⁶

M. Alfonso Mola piše kako je određeni Antonio Hernández 12. srpnja 1514. imenovan službenim *emplomador de naos*, odnosno oblagateljem brodova olovom. On navodi C. H. Haringa koji kaže kako je moguće da je Hernández izmislio tu tehniku, budući je on prvi koji nosi taj naziv.²⁰⁷ M. C. Mena García se ne slaže s tim, budući u izloženim računima armade piše kako je prvi brod obložio Ruy Díaz. On, međutim, nije bio *emplomador*, već *lapidario*, odnosno osoba koja obrađuje drago kamenje.²⁰⁸ G. De Artiñano kaže kako se u Sevilli brodski trup pokušavao više puta oblagati metalom još od 1506. godine, međutim ne navodi izvor te informacije.²⁰⁹

Iz inventara đenovškog broda *Grande Maitresse*, datiranog u 5. rujna 1526. godine, saznajemo da je isti bio: „...pokriven do prvog zadebljanog voja olovom, koje je pričvršćeno čavlima od snažne bronce,“²¹⁰ što nam otkriva da se tehnika pokrivanja broskog trupa olovom upotrebljavala u prvoj trećini 16. stoljeća i u Genovi.

Nadalje se spominje određeni brod imena *Santa Anna*, izgrađen u Nici, 1530. godine: „... u potpunosti obložena olovom koje je pričvršćeno brončanim čavlima pod vodom ... koji ne proždiru olovo kao željezo.“²¹¹

²⁰⁵ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 265.

²⁰⁶ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 265, cit. A.G.I. Panama, 233. lib. 1 („Ya sabéis como os he escrito que en Flandes venden el plomo en planchas y de manera que se puede luego asentar en los navios, debéis luego proveer, si hasta aqui no lo habéis hecho, como os traigan el plomo de Flandes.“).

²⁰⁷ M. ALFONSO MOLA, 1989, 79-80.

²⁰⁸ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 266.

²⁰⁹ G. DE ARTIÑANO, 1924, 212.

²¹⁰ M. VEYRAT, 2016, 389, cit. M. GUÉROUT, B. LIOU 2001, 117, Folio 200, 4-5 („...emplombée jusqu'au premier redon et au dessus de l'eue de plomb, clou de cloux de bronse fort“).

²¹¹ C. P. P. LEMÉE, 2006, 227, („...fully sheathed with lead and fastened with bronze below water ... which does not consume lead as iron does.“)

A. Fernández Vallín kaže kako je određeni Boecio, povjesničar viteškog reda Ivanovaca opisao brod koji se također zvao *Santa Ana*, a 1535. godine je sudjelovao u službi Španjolske, odnosno Karla V., u pomorskoj bitci protiv turskog admirala Barbarosse: „...olovna obloga, pričvršćena uz pomoć bakrenih čavala spriječila je da brod bude oštećen, usprkos raznim projektilima kojima su ga gađali.“²¹²

Iz zapisa saznajemo i da se olovo na španjolskim brodovima koristilo i kao sredstvo za popravke brodskoga trupa nakon oluje. Veći su si brodovi mogli priuštiti da kao člana posade nose ronioca koji bi popravljao podvođe broda, dok bi za nadvođe bili odgovorni mornari. Tako je 1551. godine neki Pero Díaz popravio brodove Pera Milanésa i Luisa Riza, zaronivši u more i pričvrstivši olovne zakrpe čavlima za brodski trup: „Rečeni Pero Díaz se skinuo do kože i počeo plivati do broda spomenutog Pera Milanésa, koji je bio glavni brod... i rečeni Pero Díaz je tražio ispod vode rupu u tom brodu Pera Milanésa i, kada ju je našao, pričvrstio je čavlima ploču olovnog lima preko nje... Nakon toga je otišao do broda rečenog Luisa Riza koji je također tonuo i plivao ispod njega tražeći mjesto gdje je voda ulazila u brod, te ga našao na tri ili četiri lokacije i zakovao svoje ploče olovnog lima tako da zaustavi curenje.“ Postoji i zapis iz iste godine koji spominje određenog Díaza Machína, koji je na ovaj način spasio dva broda od potonuća.²¹³

O portugalskim brodovima govori Fernando Oliveira, od kojeg saznajemo zanimljive informacije o upotrebi olovnih traka na sljubnicama trupa: „... na smolu i kučinu, preko sljubnica, spojeva i pukotina, na brodovima za duga putovanja uobičajeno je prikovati olovne ploče za zaštitu protiv šokova mora.“²¹⁴

Pisane podatke o upotrebi olova za zaštitu brodskoga trupa u 16. stoljeću nalazimo i u Engleskoj. Prvi od njih datira u 1553. godinu, a o njemu saznajemo iz rukopisa Richarda Hakluyta iz 1598. godine. On piše o putovanju Sir Hugha Willoughbyja kroz Norveško i Bijelo more do Rusije, brodovima *Bona Esperanza*, *Edward Bonaventure* i *Bona Confidentialia*, a svoje zapise temelji na dnevniku Clementa Adamsa koji tvrdi kako je zapisao riječi prvog časnika ekspedicije, Richarda Chancellora: „...oni ih šupere, smole i, između

²¹² A. FERNÁNDEZ VALLÍN, 1893, 84; M. C. MENA GARCÍA, 1998, 266, („...coraza de plomo, clavada por medio de clavijas de cobre y que impidió que la galera no sufriese la más pequeña avería, á pesar de los muchos proyectiles que dieron contra ella“).

²¹³ P. E. PÉREZ-MALLAÍNA, 1998, 72-73, 209; A. W. MARR, 2006, 16-17.

²¹⁴ W. BLAKE, J. GREEN, 1986, 7; F. V. CASTRO, 2005, 178, cit. Oliveira, Liuro da fábrica das naus, 119 and 200, („...on pitch and oakum, over the seams, joints and cracks, in ships for long voyages, it is the usage to nail lead plates to protect against the sea shocks.“)

ostalog, načine čvrstim izvrsnim i genijalnim izumom. Jer čuli su da se u određenim dijelovima Oceana razmnožava vrsta crva, koja mnogo puta izbuši i pojede i najčvršći hrast: i zbog toga ... pokriju dio kobilice broda tankim limom od olova...“. Ovo se smatra prvim primjerom upotrebe olovne obloge u Engleskoj.²¹⁵

Diego García de Palacio u svojem *Instrucción Náutica para navegar* iz 1587. godine spominje što sve jedan brod mora imati u skladištu u slučaju potrebe popravka na moru, iz čega vidimo da su se takvi popravci odvijali i u zadnjoj četvrtini 16. stoljeća, kao i ranije: „... dvije četvrtine smole, koje teže četiri kvintala; četiri bačve katrana, 250 funti kućine; olovni lim...četiri tisuće čavala za oblogu...“. Opisuje i kako se veliki jedrenjak popravljao na moru: potrebno je naime nagnuti brod na jednu stranu, tako da se rupa nađe izvan vode, nakon čega se može zakrpati. Brod se nagine tako da se sva artiljerija, škrinje i općenito sve teške stvari poguraju na jednu stranu broda, čime ona oteža i dublje potone. Nakon toga se rupa u trupu krpa na način da ju se pokrije, šuperi i preko nje stavi olovo podstavljeno platnom.

E. K. Chatterton svoje tvrdnje izvlači iz R. Hakluyta i piše kako je španjolska armada poslana u vojnu misiju u Englesku 1588. godine imala i pomoćne brodove koji su nosili namirnice i rezervne stvari, između ostaloga i „...kudelja, volovske kože i olovna obloga da se upotrijebi da zakrpa rupe koje naprave neprijateljski topovi.“²¹⁶ Rezervne stvari za popravak broda spominje i mornar Bernardino de Mendoza u rukopisu iz 1596. godine naslova „Theorica y Practica de Guerra“: „...olovni lim, čekići, čavli, kravlja koža, drveni čepovi, deke i druge potrebne stvari.“²¹⁷

Zanimljiv podatak imamo s prijelaza iz 16. u 17. stoljeće, a odnosi se na putovanje oko svijeta Nizozemca Oliviera van Noorta koje se odvijalo između 1598. i 1601. godine brodom *Mauritius*. Iz brodskog dnevnika saznajemo da je kormilo broda bilo obloženo

²¹⁵ R. HAKLUYT, 1598, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11.08.2017.); E. K. CHATTERTON, 1923, 192 („...they calke them, pitch them, and among the rest, they make one most stanch and firme, by an excellent and ingenious inuention. For they had heard that in certaine parts of the Ocean, a kinde of wormes is bredde, which many times pearceth and eateth through the strongest oake that is: and therfore ... they couer a piece of the keele of the shippe with thinne sheetes of leade...“)

²¹⁶ E. K. CHATTERTON, 1923, 211-212.

²¹⁷ A. W. MARR, 2006, 40-42, 45.

olovnim limom, a isti je zamijenjen 25. listopada 1600. godine na otoku Capul na Filipinima jer je staro olovo otpalo.²¹⁸

Portugalske brodove nam opet spominje Pyrard de Laval, koji opisuje svoja putovanja na Indijski ocean između 1601. i 1611. On se pita zašto Portugalci stavljaju olovo samo na svoje sljubnice, a ne po cijelome trupu broda, kao što to rade Francuzi.²¹⁹

Na početku 17. stoljeća olovna obloga se počela upotrebljavati i na brodovima Nizozemske istočno indijske kompanije (VOC), o čemu saznajemo iz odluka Vijeća Amsterdama.²²⁰ Tako je rečeno vijeće kupilo u svibnju 1603. godine brod kojeg su VOC-ova Gospoda XVII odlučila opremiti za putovanje na Indijski ocean, a iz dokumenta izdanog u tu svrhu vidimo da je brod morao biti obložen olovom koje se stavljalo na brodsku oplatu, a iznad sloja olova trebao je doći još jedan sloj drvene obloge od bora. U popisu materijala potrebnog za oblaganje brodova *Amsterdam* i *Zon* 1604. godine navodi se i 207 rola tankog olova teškog oko 7207 kg i cijene 167 guldena te oko 302 kg nekog drugog tankog olova.²²¹

Sličnu konstrukciju jednog VOC-ovog broda opisuje i portugalski vojnik António Durão. Riječ je o brodu imena *Zierikzee*, koji je u trenutku potonuća 16. svibnja 1607. godine u Mozambiku bio u službi Vijeća u Zeelandu. Durão kaže: „Bio je to troslojan brod izgrađen vrlo čvrsto i od dobrog drva te je između svakog sloja drva imao još jedan sloj olova da ohladi drvo da ne bi trunulo na vrućini; i od kobilice nagore je imao vanjski sloj bora debeo dva prsta, iznad kojeg je bila *gala gala*²²² od određene dlake pomiješane s katranom i smolom da sačuva životinjsku dlaku te da ista traje duže.“ Ovaj zapis jasno opisuje karakterističan izgled oplata broda VOC-a,²²³ a tumači i razlog upotrebe olova u takvoj konstrukciji, drugačiji od zaštite od crva, tj. za hlađenje drva.

²¹⁸ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193, cit. IJerman, De reis om de wereld door Olivier van Noort, 99.

²¹⁹ F. V. CASTRO, 2005, 177-178, cit. Laval, Viagem de Francisco Pyrard de Laval, 2:139.

²²⁰ Nizozemska istočno indijska kompanija je imala šest Vijeća (*Kamers*) u Amsterdamu, Delftu, Rotterdamu, Enkhuizenu, Middelburgu i Hoornu. Delegati tih vijeća su se zvali Gospoda XVII (*Heeren XVII*), a izabirali su se iz redova dioničara tvrtke (J. DE VRIES, A. VAN DER WOUDE, 1997, 384-385).

²²¹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193; R. PARTHESIUS, 2010, 102, cit. NA 1.04.02, VOC 225, 19-08-1603; NA 1.04.02, VOC 14336.

²²² C. FONSECA et al., 2016, 966, prema Fernando Oliveira, 1991, 117-198, *gala gala* je mješavina ribljeg ulja i ugljena koja se upotrebljavala za zaštitu trupa, a poznata je u Portugalu barem od 16. stoljeća.

²²³ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 196-197, cit. Meyrelles do Souto, (“Hystorya dos cercos que os Olandezes puzerão,” 522, „Era o vazo de tres forros muyto fortes E de boa madeyra, E entre forro E forro tinha outro de pastos de chumbo para // esfriar a madeira que com a quentura senão corrompesse, E daquilha paraçima duas braças tinha hum forro de pinho de dous dedos degrossura, sobre aqual ya agala gala de certas pelles misturadas com alcatrão E breu para durar mais, E se perservar do bicho.“)

Godine 1606. određeno je kako se na brod *Hercules* mora staviti drvena obloga od bora „bez olova“, izjava koja se neko vrijeme ponavlja u dokumentima, nakon čega olovo očito nestaje iz upotrebe na VOC-ovim brodovima, iako se 1608. godine pojavljuje primjerak nizozemskog admiralskog broda koji je imao olovnu zaštitu oko vodne linije.²²⁴

Sljedeća informacija potječe ponovo iz Engleske, gdje je 1622. godine izdano djelo *Voyage into the South Sea in the Year 1593*, Sir Richarda Hawkinsa. U njemu se opisuju razne tehnike kojima se brodovi štite od morskog crva za kojeg Hawkins tvrdi da ga Španjolci zovu *broma*, a Englezi *arters*. Rečeni crv, kaže, ulazi u platice broda u vrućim zemljama te ga je teško primijetiti jer je pri ulasku malen, a povećava se tek kad se već nalazi u drvu. Iako većina ljudi misli kako se crv razmnožava u boćatoj vodi, ovaj autor tvrdi kako to čini u slanoj. U daljnjem tekstu navodi različite metode zaštite broskog trupa od tog nametnika, a za olovnu oblogu kaže sljedeće: „U Španjolskoj i Portugalu neki oblažu svoje brodove olovom koje, uz cijenu i težinu, iako upotrebljavaju najtanje ploče olova koje sam ikada vidio, nije ništa trajno, već je podložno mnogim nevoljama.“²²⁵ Ovdje dakle vidimo prvi spomen negativnih strana upotrebe olova za zaštitu broskog trupa, o kojima će više riječi biti u daljnjem tekstu.

U prvoj polovici 17. stoljeća se olovo i dalje koristi kao sredstvo za popravke broskog trupa. Tako Earl of Lindsay 1635. godine daje upute svojim kapetanima kako „...u slučaju da topovske kugle prođu kroz strane, posada mora biti u pripravnosti s usoljenim kožama, pločama olova i drugim vrstama zakrpa.“²²⁶

Naposljetku ćemo još opisati zanimljiv slučaj upotrebe mljevenog olova na brodovima Engleske kraljevske mornarice. Cijeli je proces lijepo opisao T. N. Jones u svome diplomskom radu o brodolomu Mica, proučavajući suvremene izvore, a daljnji je tekst sažetak njegovih rezultata.²²⁷

Britanski metalurzi Sir Philip Howard i Sir Francis Watson razvili su 1670. godine tzv. mljeveno olovo (eng. *milled lead*), koje se proizvodilo strojno. Uvidjevši da bi rečena

²²⁴ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193; R. PARTHESIUS, 2010, 102-103, cit. NA 1.04.02, VOC 307, 06-01-1606; NA 1.04.02, VOC 226, 02-01-1606, 06-01-1606; NA 3.01.14, Oldenbarneveldt 3113.

²²⁵ R. HAWKINS, 1847, 118-120, „In Spaine and Portingall, some sheathe their shippes with lead; which, besides the cost and waight, although they use the thinnest sheet-lead that I have seene in any place, yet it is nothing durable, but subject to many casualties.“

²²⁶ W. C. RUSSELL, 1899, „...in case cannon-balls went through the sides, men were to stand by in readiness with salted hides, sheets of lead, and other sorts of plugs.“

²²⁷ T. N. JONES, 2004, 82-91.

tehnika mogla biti od koristi u zaštiti brodova od morskog crva, engleska Kraljevska mornarica je 1670. godine izdala naredbu *Milled Lead Company*, tvrtki za proizvodnju mljevenog olova, da istim obloži dvadeset brodova. Prvi od njih je obložen *HMS Phoenix* u Portsmouthu, s otprilike 5.500 kg olova,²²⁸ a za taj je posao bio odgovoran Sir Anthony Dean.²²⁹ Godine 1673. je kralj Karlo II Engleski proveo inspekciju istoga broda za vrijeme njegovog redovnog održavanja te je, zadovoljan viđenim, odredio da se od tada pa nadalje nijedan brod ne smije oblagati nijednim drugim sredstvom osim mljevenog olova.²³⁰ Nakon još dvije probne godine, Admiralitet daje *Milled Lead Company* dvadesetogodišnji ugovor za ekskluzivno oblaganje brodova engleske ratne mornarice.²³¹

Ipak, gotovo odmah nakon što je rečeni ugovor sklopljen, dolazi niz pritužbi na upotrebu olovne obloge te na njezinu „... totalnu destrukciju brodova Njegova Veličanstva, te onu da jede i razara željezne zakovice kormila pod vodom, u tolikoj mjeri i u tako kratkom vremenskom razdoblju, kako to do sada nikada nije viđeno na brodovima s drvenom oblogom.“²³²

Pojava o kojoj je riječ naziva se galvanska korozija, a događa se kada se dva iona metala različitog elektronskog naboja nađu u prisustvu elektrolita koji potiče da jedan metal djeluje kao anoda, a drugi kao katoda. U reakciji koja slijedi, elektroni unutar anode se raspadaju i odlažu na površinu katode. U našem slučaju je katoda olovo, anoda željezo, a elektrolit je morska voda.²³³ Da sve pojednostavimo, ukoliko se olovo i željezo nađu jedno pored drugoga u morskoj vodi, željezo će korodirati.

Kako akteri naše priče o mljevenom olovu nisu znali za rečenu reakciju jer u njihovo vrijeme atomska struktura tvari još nije bila poznata, Admiralitet je bio prisiljen u travnju 1678. godine otvoriti službeno ispitivanje kojim bi se otkrilo što je uzrokovalo navedeni gubitak brodske opreme. Mornarički službenici su, kao što smo vidjeli, za to krivili olovo, a *Milled Lead Company* je krivila mornaričke službenike i brodograditelje radi neodgovornog oblaganja brodova i brige za iste prilikom plovidbe. Nakon žive rasprave na tu temu,

²²⁸ M. VEYRAT, 2016, 393.

²²⁹ W. PETTY, 1691, 26-27.

²³⁰ J. BULTEEL, 1673, 6192-6193.

²³¹ W. PETTY, 1691, 8-9.

²³² W. PETTY, 1691, 9, „...the utter Destruction of his Majesties Ships, namely, That of the Eating into, and wasting their Rudder-Irons and Bolts under water, to such a degree, and in so short a space of time, as had never been observed uplon any unsheathed or Wood-sheathed Ships.“

²³³ A. W. MARR, 2006, 55-56.

presuđeno je u korist mornaričkih službenika te se olovna obloga prestala upotrebljavati na brodovima Kraljevske mornarice.²³⁴

Iz rečene rasprave, nama je zanimljivo nekoliko podataka. Prvi se odnosi na način na koji su se olovne ploče pričvršćivale na trup broda, što se radilo bakrenim čavlima, iznad sloja katrana i životinjske dlake.²³⁵

Drugi se podatak odnosi na upotrebu olovne obloge u drugim zemljama u vrijeme kada se odvija rasprava, što će reći, kraj 17. stoljeća. Tako saznajemo da Nizozemci oblažu svoje zakovice kormila i statve olovom, a Portugalci i Španjolci oblažu cijeli trup broda, uključujući i kormila.²³⁶ Zanimljivo je kako M. Veyrat piše da su u Francuskoj u 17. stoljeću također bile u tijeku žive rasprave vezane uz funkcionalnost ovakvog načina oblaganja trupa broda.²³⁷

Treći podatak koji nam donose engleske rasprave jest trajanje ovakve obloge na moru jer su na kraju zaprimljene žalbe za jedanaest brodova od njih dvadeset pokrivenih olovom. Pokazalo se kako je vrijeme raspada željeznih komponenata različito. Tako su najduže izdržali *Rose* osam godina, *Harwich* sedam godina i *Dreadnought* šest godina, dok su *James* i *Assistance* svoje dijelove izgubili već nakon godinu dana, odnosno dvije godine i tri mjeseca. Ostali brodovi su ostali bez željeza za tri ili pet godina.²³⁸

Iako se čini kako je s ovim priča o olovnoj oblozi završila, još se neko vrijeme pojavljuju sporadični slučajevi njezine upotrebe. Tako iz jedne reklame iz 1702. godine saznajemo da je u studenom 1697. obložen brod *Rising Eagle* te da je do tada tako tretirano „trideset Kraljevih brodova i trgovačkih.“²³⁹ Posljednji primjeri koji se pojavljuju u literaturi su *Marlborough* i *Egmont* iz 1770. godine, koji su proglašeni neuspjelim eksperimentima.²⁴⁰

²³⁴ T. N. JONES, 2004, 85-91.

²³⁵ W. PETTY, 1691, 18, 25.

²³⁶ W. PETTY, 1691, 18, 22.

²³⁷ M. VEYRAT, 2016, 396-397.

²³⁸ W. PETTY, 1691, 45-50. Iz teksta saznajemo i imena svih brodova koji su obloženi olovom: *Dreadnought*, lipanj 1671., *Lyon*, *Henrietta* i *Mary*, krajem 1672., *Bristol*, *Foresight*, *Vulture* i *Hunter* brzo nakon, *Rose* i *Foresight*, 1674., *Harwich*, 1675., *James* i *Charles*, listopad 1676., *Kingfisher*, *Plymouth*, *Woolwich* i *Assistance*, 1677. te *Defiance*, *Hampshire* i *Norwich*, za koje godina oblaganja nije navedena (W. PETTY, 1691, 6, 16, 45-50.).

²³⁹ HALE, 1702, 4.

²⁴⁰ J. FINCHAM, 1851, C. F. T. YOUNG, 1867, 37; F. B. LAIDLAW, 1952, 212.

4.3 Dosadašnja istraživanja

Zanimanje za upotrebu olova za zaštitu broorskoga trupa u ranom novom vijeku je, jednako kao i proučavanje brodova iz toga razdoblja, započelo relativno nedavno. Rečena zaštita se najčešće spominje u radovima koji se bave analizom brodske konstrukcije, i to često kao svojevrsni kuriozitet, a ne kao njezin sastavni dio. Još je manje primjera u kojima se navode detalji vezani uz olovnu zaštitu, odnosno gdje se ona na brodu nalazila i koje su njezine osnovne karakteristike. No, o tome će biti više riječi u idućem potpoglavlju u kojem se raspravlja o konkretnim arheološkim nalazima.

Nekoliko se radova bavi i analizom literarnih izvora, a oni su većinom navedeni u prethodnom poglavlju. Oni koje je bitnije spomenuti su *Dutch Ships in Tropical Waters: The Development of the Dutch East India Company (VOC) Shipping Network in Asia 1595-1660*, autora R. Parthesiusa koji posvećuje jedno poglavlje upotrebi olova za zaštitu broorskog trupa na brodovima Istočno indijske kompanije.²⁴¹ Istom se temom bavi i W. van Duivenvoorde u članku pod naslovom *The Use of Copper and Lead Sheathing in VOC Shipbuilding*,²⁴² dok M. C. Mena García u radu *Sevilla y las Flotas de Indias: la Gran Armada de Castilla del Oro (1513-1514)* jedno poglavlje posvećuje olovnom limu s trupova španjolskih brodova.²⁴³

Dobar općeniti pregled tehnika za zaštitu broorskog trupa daje F. B. Laidlaw u poglavlju pod naslovom *The History of the Prevention of Fouling* u djelu *Marine Fouling and its Prevention*.²⁴⁴

U daljnjem tekstu osvrnut ćemo se na tri rada čiji autori su se pozabavili upotrebom olova za zaštitu broorskoga trupa u ranome novom vijeku s arheološkog stajališta.

Prvi od njih je *The Mica Shipwreck: Deepwater Nautical Archaeology in the Gulf of Mexico*, diplomski rad T. N. Jonesa iz 2004. godine. Iako se niti ovaj rad ne bavi isključivo olovnom zaštitom, autor joj je posvetio jedno kvalitetno poglavlje. Osim priče o neuspjelom eksperimentu engleske mornarice da uvede olovnu oblogu na svoje brodove, o kojoj smo govorili u prethodnom tekstu, autor navodi i neka zanimljiva zapažanja do kojih je došao analizom povijesnih dokumenata i dostupnih arheoloških nalaza.²⁴⁵

²⁴¹ R. PARTHESIUS, 2010, 102-104.

²⁴² W. VAN DUIVENVOORDE, 2015b, 349-351, 357-359.

²⁴³ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 263-267.

²⁴⁴ F. B. LAIDLAW, 1952, 211-223.

²⁴⁵ T. N. JONES, 2004, 76.

Tako kaže da je glavni razlog upotrebe olova na brodske trupe bila zaštita od morskih organizama, pogotovo od onih vrste *Teredo navalis* i *Limnoria terebranshas*, koje obitavaju većinom u toplim morima na kojima su brodovi počeli ploviti većim intenzitetom u prvoj polovici 16. stoljeća. Druga svrha ovakve zaštite jest za popravke. Kaže kako to predstavlja razliku u odnosu na antiku, kad je olovo služilo da bi spriječilo dotok vode u unutrašnjost trupa u krhkijoj brodskoj konstrukciji.²⁴⁶

Najzanimljivija su nam zapažanja o tehnološkoj evoluciji zaštite brodske trupe, o kojoj ovaj autor kaže kako nije bila linearna, pri čemu bi jedna metoda zamijenila drugu, već je upotreba jedne metode rezultat puno praktičnih i skupih eksperimenata, pri čemu bi se brodograditelji često, kada se jedna metoda ne bi pokazala uspješnom, vraćali na onu staru, koja je više puta bila manje učinkovita od one koju su upravo iskušavali. Na taj je način razvoj obloge brodske trupe zapravo alternacija između onog inovativnog i onog dobro iskušanog. Iz toga razloga u mnogo slučajeva postoji značajno preklapanje između upotrebe dvije tehnike, pri čemu prihvaćanje one nove ne znači nužno i napuštanje stare.²⁴⁷

Diplomski rad A. W. Marra, *A Comprehensive Investigation of Lead Sheathing from the Emanuel Point Shipwrecks in Pensacola Bay, Florida* iz 2006. godine jedini se u potpunosti bavi analizom olova za zaštitu brodske trupe u novome vijeku. Autor daje kratak povijesni pregled upotrebe ove tehnike te provodi analizu olovni traka i zakrpa pronađenih na brodolomima Emanuel Point I i II, a između ostalog i analizu izotopa olova.

Ono što nam je trenutno najzanimljivije, a vezano je uz rad A. W. Marra, jest metoda eksperimentalne arheologije, kojom se autor okoristio pristupajući ovome problemu. Cilj mu je bio otkriti koliko dugo je takva zaštita mogla izdržati na moru prije nego li željezni čavli degradiraju kao posljedica galvanske korozije te u kojoj je mjeri olovni lim bio učinkovita zaštita od obraštanja.²⁴⁸

Godine 2010. autor je izradio dva eksperimentalna modela koja su se sastojala od dasaka načinjenih od sjevernoameričkog bijelog hrasta (*Quercus alba*), koje su imitirale oplatu broda, te je na njih željeznim čavlicima pričvrstio olovne trake široke 7 cm i duge 75 cm, kakve su pronađene na nalazištu Emanuel Point I. Kako su olovne trake imale na sebi otiske platna, autor je između njih i drva stavio jutu (Sl. 23). Prilikom izrade, željezni su

²⁴⁶ T. N. JONES, 2004, 77, 81-82.

²⁴⁷ T. N. JONES, 2004, 77, 91.

²⁴⁸ A. W. MARR, 2006, 55-58.

čavli označeni i izvagani kako bi se moglo odrediti koliko su nakon završetka eksperimenta izgubili na masi.²⁴⁹



Slika 23 – Eksperimentalni model za analizu učinkovitosti olovne zaštite (A. W. MARR, 2006, 62, fig. 7.)

Model 1 je stavljen na mjesto na kojemu je pronađen brod Emanuel Point I, kako bi imitirao stanje olovne zaštite na podvođu trupa broda, a model 2 je obješen na obali na granici plime i oseke kako bi imitirao stanje na području vodne linije broda. Model 2 je nakon tri mjeseca izvađen iz mora jer se zbog valova stalno odvezivao, a model 1 je ostao u moru šest mjeseci.²⁵⁰

Mikro-obraštaj se na modelu 1 pojavio nakon mjesec dana provedenih u moru, no to je bio jedini vidljivi trag morskih organizama na olovu nakon šest mjeseci. Nasuprot tome, model 2 je već nakon dva mjeseca bio sav pokriven algama i školjkašima, u tolikoj mjeri da je bilo teško razaznati gdje završava olovo, a počinje drvo (Sl. 24). Što se tiče brodskih crva, kad je A. W. Marr uklonio olovo, drvo je naočigled bilo netaknuto. Međutim, već pri skidanju površinskog sloja, autor je uvidio kako je drvo izjedeno tik do površine koju je pokrivalo olovo (Sl. 25).²⁵¹

²⁴⁹ A. W. MARR, 2006, 55-61.

²⁵⁰ A. W. MARR, 2006, 63-65.

²⁵¹ A. W. MARR, 2006, 63-66.



Slika 24 – Obraštaj na modelu 1 nakon njegovog vađenja iz mora (A. W. MARR, 2006, 65, fig. 11.)

Mjerenjem težine željeznih čavlića nakon vađenja modela iz mora, A. W. Marr je uvidio kako su isti iz modela 1 izgubili 13,9% svoje mase, a iz modela 2 15,3%. Zaključivši iz toga da je stopa raspada čavlića 15% unutar razdoblja od šest mjeseci, izračunao je kako bi se oni u potpunosti raspali za malo više od tri godine, dok bi nakon dvije izgubili 60% težine, čime bi se ozbiljno narušio strukturalni integritet olovne zaštite. Po tome je autor zaključio kako bi brodovi s olovnom zaštitom stvarno mogli prijeći Atlantik bez potrebe za mijenjanjem iste, te se čak i vratiti natrag u Europu.²⁵²

Posljednji značajan rad u nizu jest doktorska disertacija M. Veyrat pod naslovom *Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe - XIXe siècles): Le cas du littoral français*, u kojoj autorica govori o općenitoj upotrebi olova u maritimnom kontekstu, pa tako jedno poglavlje posvećuje i olovnoj oblozi. Nakon kratkog osvrta na doba antike, ona proučava primjere brodova *Lomellina* i *Mauritius*.²⁵³ Osim toga, njezin je rad bitan jer dobro i detaljno opisuje proizvodnju olova u stoljećima koje obrađuje.²⁵⁴

Ono što je tu bitno izdvojiti, a da već nije rečeno na drugome mjestu, jest da je autorica primijetila gotovo istovremenu pojavu olovne obloge u Genovi i u Španjolskoj.²⁵⁵ Što se same tehnike tiče, Veyrat smatra da se ona koristila samo na jako velikim brodovima

²⁵² A. W. MARR, 2006, 68-71.

²⁵³ M. VEYRAT, 2016, 387-415.

²⁵⁴ M. VEYRAT, 2016, 60-124.

²⁵⁵ M. VEYRAT, 2016, 389.

ili na brodovima koji su pripadali bogatim brodovlasnicima. Također primjećuje evoluciju u čavlima za pričvršćivanje obloge, pri čemu su oni na ranijim brodovima u 16. stoljeću načinjeni od željeza, a oni u 17. stoljeću od bakra, što bi ukazalo na činjenicu da su brodograditelji tražili način kako izaći na kraj s efektima galvanske korozije.²⁵⁶ Razlike u poziciji čavala na olovnoj ploči i njihovim dimenzijama su pak minimalne.²⁵⁷

4.4 Brodolomi s olovnom zaštitom

Cilj sadržaja ovoga potpoglavlja bio je sakupiti na jednome mjestu sve podatke iz literature koji se odnose na olovo u funkciji zaštite brodske trupa. Problem pri rješavanju zadatka bio je općeniti nedostatak literature koja je također iznimno slabo dostupna te u tome što je velika većina brodoloma koji sadrže olovnu zaštitu godinama sustavno pljačkana, što je smanjilo njihovu znanstvenu vrijednost. Kao rezultat takve situacije, a i činjenice da su se donedavno brodovi ranog novog vijeka smatrali previše recentnima, malo ih je sustavno istraženo. Povrh svega ovoga, kada neki brodolomi i postanu predmet publikacije, ona često ne donosi sve potrebne informacije vezane uz nalaze olovne zaštite. Također, informacije o nosivosti su izuzete iz ovoga teksta i ostavljene za neko kasnije istraživanje, budući u literaturi često nije jasno o kojim se točno mjerama radi.

Zbog svega navedenog, popis koji slijedi se ni po čemu ne treba smatrati završenim, već je to samo početak u proučavanju ovoga dijela brodske konstrukcije. U daljnjem tekstu slijedi lista brodova s upotrebom olova za zaštitu brodske trupa. Prvo je u kurzivu navedeno ime broda ili, ukoliko ime nije poznato, nalazište, nakon čega u zagradi redom slijedi doba izgradnje (ukoliko je poznato) i vrijeme potonuća, zatim mjesto nalaza i pretpostavljena ili sigurna kulturna pripadnost, a opisane su karakteristike odijeljene znakom „ ; “. Nakon toga slijedi opis olovne zaštite korištene na brodu.

²⁵⁶ M. VEYRAT, 2016, 392.

²⁵⁷ M. VEYRAT, 2016, 398.

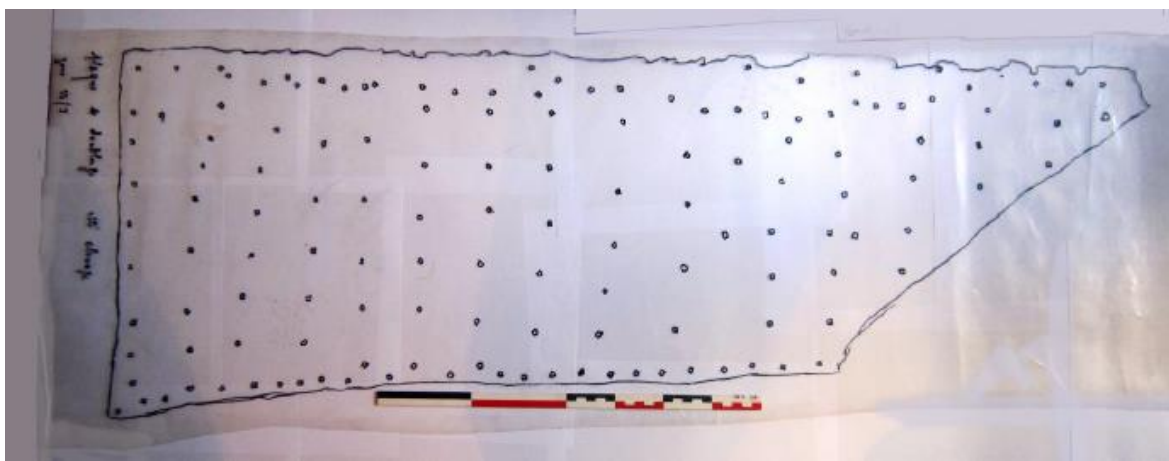
Molasses Reef (rano 16. st.; greben Molasses, Turks i Caicos otoci; Portugal): tanke olovne žice su ugurane u sljubnice, a iste su pokrivene olovnim trakama. Oko i ispod tih traka zabilježen je čvrsti gipsoliki depozit. Pronađeni su čavlići zaobljenih glava (Sl. 26) koji savršeno odgovaraju rupama u trakama, a neki od njih su na donjoj površini glave imali ostatke platna.²⁵⁸



Slika 26 – Čavlič s nalazišta Molasses Reef (D. H. KEITH, 1987, 169, fig.71.)

Highborn Cay (rano 16. st.; Exuma otoci, Bahami; Španjolska): olovne trake pokrivaju sljubnice i spojeve na sljub.²⁵⁹

Cais do Sodré (oko 1500. g.; istoimena četvrt u Lisabonu, Portugal; Portugal): pronađeni su ulomci olovnog lima, ali nije sigurno jesu li pripadali ovome brodu, budući da istome nisu nađeni nikakvi tragovi olovne zaštite.²⁶⁰



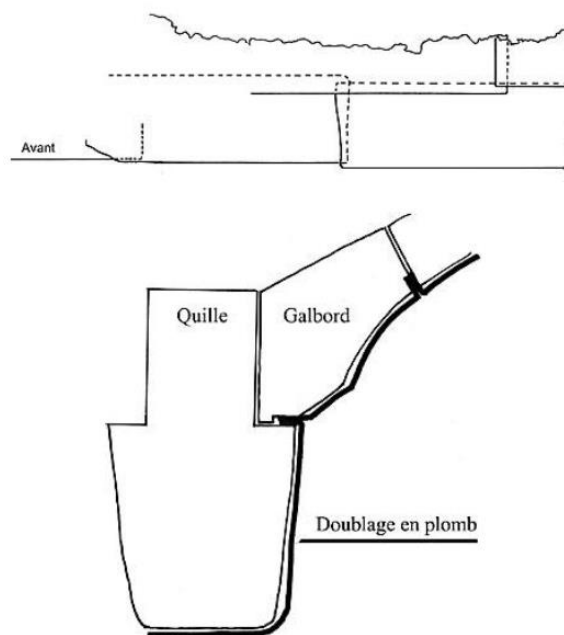
Slika 27 – Olovna ploča s broda *Lomellina*, s ucrtanim položajima čavlića (M. Veyrat, 2016, fig. 198.)

²⁵⁸ D. H. KEITH, 1987, 148, 153-154, 168; J. R. STEFFY, 2006, 129; F. W. CASTRO, 2005, 132; T. J. OERTLING, 1989, 241.

²⁵⁹ D. H. KEITH, 1987, 186; J. R. STEFFY, 2006, 131-132; F. W. CASTRO, 2005, 132; usmena informacija Maja Grisonic, 2017.

²⁶⁰ F. V. CASTRO et al., 2011, 328, 338.

Lomellina (izgrađena 1504. – 1509. g. u Genovi, potonula 1516. g.; zaljev Villefranche sur Mer, blizu Marseillea, Francuska; Genova): brod je bio u potpunosti pokriven olovnim pločama, čija je duljina u prosijeku iznosila 120 cm, širina 40 cm, a debljina 0,15-1,35 cm, što otkriva da su ploče možda izrađene lijevanjem. Trup broda je bio pokriven od kobilice do voja B26, odnosno, otprilike 1 m ispod druge palube broda, visina koja bi odgovarala vodenoj liniji. Ploče su jedna drugu prekrivale za 1 cm, na način koji otkriva da se brod pokrivao odozgora prema dolje i odzada prema naprijed (Sl. 28). Između trupa broda i olovnih ploča se nalazila smola. Čavlići su se



Slika 28 – *Lomellina*, gornja slika prikazuje način postavljanja olovnih ploča, gdje je prova broda na lijevoj strani, a donja slika prikazuje presjek kobilice i dokobilične platice, gdje je crnom masnom linijom označena olovna obloga (M. VEYRAT, 2016, 390, fig. 197, cit. Guérout, 1990, fig. 3, 4)

nalazili na cijeloj površini ploča (Sl. 27), a oni na ekstremitetima su bili 1-3 cm udaljeni od ruba, a razmak među njima je bio 3-4 cm. Čavli u sredini su zabijani u dijagonalnom uzorku, a razmak među njima je bio 7-8 cm. Otprilike je bilo 150 čavala po ploči, a duljina noge čavla je iznosila oko 2 cm, dok je dijametar kružne glave bio 0.8-1 cm, s 0.4 cm kvadratnim presjekom. Iz ovih informacija je zaključeno da je da bi se pokrio trup broda bilo potrebno 986 ovakvih ploča i 147 000 čavlića. Jedna ploča je težila 7.3 kg, što znači da je obloga cijeloga broda težila oko 7 200 kg. Arheometrijske analize su pokazale da se, osim olova, u sastavu ploča nalazi velika količina antimona, koju M. Veyrat objašnjava kao namjerno dodanu, da bi činila olovo čvršćim.²⁶¹

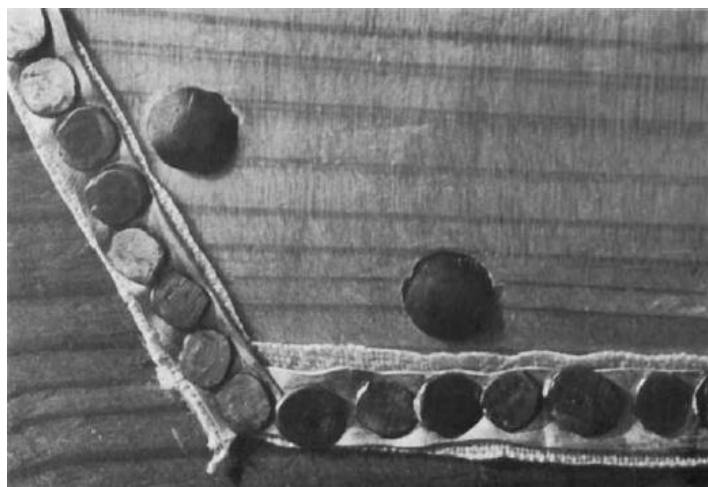
Santa Maria de Yciar (potonula 1554. g.; kod otoka Padre, južna obala Texasa, SAD; Španjolska): Većina je brodske konstrukcije uništena. Među registriranim nalazima su i mali ulomci olovnog lima, vjerojatno za popravke broskog trupa.²⁶²

San Esteban (potonuo 1554. g.; kod otoka Padre, južna obala Texasa, SAD; Španjolska): Olovne su trake pokrivala sljubnice, u kojima se najvjerojatnije nalazila kučina

²⁶¹ M. VEYRAT, 2016, 389-390, 392; M. GUÉROT, E. RIETH, 1998, 38-39, 44, 49.

²⁶² A. W. MARR, 2006, 39; K. CRISMAN, 1999, 260.

u koju je ugurano platno umočeno u smolu. Trake su pričvršćene čavlicima koji su poredani po sredini, tako da im noge završavaju u materijalu unutar sljubnica (Sl. 29).²⁶³



Slika 29 - Rekonstrukcija načina pričvršćivanja olovnih traka na trup broda *San Esteban* (J. ROSLOFF, J. BARTO ARNOLD III, 1984, 294, fig. 8)

Emanuel Point I - San Juan de Ulua? (potonuo 1559. g.; zaljev Pensacola, Pensacola, Florida, SAD; Španjolska): na krmenom predjelu trupa i oko krme su pronađena 62 komada olovnih traka i zakrpa (Sl. 31) te velik broj naboranih ulomaka olovnog lima. Čini se kako su trake pokrivale sljubnice i sprječavale kućini da izađe van. Nepravilni ulomci olovnog lima pronađeni su i pričvršćeni oko kormila broda. Neki artefakti imaju na sebi otisak platna koji podsjeća na jutu, a jedan ulomak ima na sebi pričvršćen ostatak istog platna. Duljina olovnog lima se kreće od 7 cm koliko iznose neki ulomci do 75 cm kolika je maksimalna duljina olovnih traka. Širina traka iznosi 6-21 cm, a debljina 1-3 cm, razlika koja upućuje na



Slika 30 – Odljev čavlice s nalazišta Emanuel Point I (A. W. MARR, 2006, 43, fig. 4)

izradu kovanjem ili lijevanjem. Olovne trake su pričvršćivane željeznim čavlicima, od kojih su ostale ili rupe s ponegdje vidljivim otiscima ili korodirane glave. Čavlići su na trakama bili postavljeni u tri reda, tako da se oni na rubovima zabiju u platice, a oni u sredini u kućinu u sljubnicama. Udaljenost između pojedinih čavlica iznosi 3 – 7 cm, ovisno o veličini

²⁶³ J. ROSLOFF, J. BARTO ARNOLD III, 1984, 293, 295; A. W. MARR, 2006, 47; M. VEYRAT, 2016, 389; F. W. CASTRO, 2005, 132; K. CRISMAN, 1999, 260; R. C. SMITH et al., 1995, 61-62.

trake i platice na koju je ona postavljena. Na kvadratne olovne zakrpe čavlići su postavljeni u kvinkunks uzorku. Duljina čavlića je 3 – 3,2 cm, dobivena iz korodiranog materijala (Sl. 30), a dijametar glave je 2 – 3 cm i u presijeku 4 – 7 cm. Arheometrijskim analizama je utvrđeno da olovni lim ima 85,5% do 99,9% olova te da ono vjerojatno dolazi iz rudnika Mina La Sultana, blizu Seville u Španjolskoj.²⁶⁴



Slika 31 – Traka olovnog lima (lijevo) i olovna zakrpa (desno) s nalazišta Emanuel Point I (A. W. MARR, 2006, 36, 40, fig. 2 i 3)

Emanuel Point II - Santa Maria de Ayuda ili *Sancti Espiritu* ili *San Amaro* (potonuo 1559. g.; zaljev Pensacola, Pensacola, Florida, SAD; Španjolska): ulomci olovnog lima su pronađeni raštrkani oko trupa broda te nije bio sigurno kako su na njega bili pričvršćeni. Ipak, kako je većinom riječ o trakama (njih 48), pretpostavlja se da su također prekrivali sljubnice, kao i kod Emanuel Point I broda. Arheometrijske analize su pokazale isti sastav kao i kod prethodnog broda te isto podrijetlo olova.²⁶⁵

St. John's (sredina 16. st.; Little Bahamas Bank, Bahami): brod je imalo olovnu zaštitu.²⁶⁶

Santo António (potonuo 1589. g.; sprud Boudeuse, kod otoka Amirate, Sejšeli; Portugal): olovne žice su se nalazile unutar sljubnica, a bile su duge oko 5 m, dok im je dijametar bio 5 – 6 cm. Sljubnice su bile izvana pokrivena trakama od olovnog lima, širine 2,5 – 3 cm (Sl. 13).²⁶⁷

²⁶⁴ A. W. MARR, 2006, 7, 35-36, 39, 42, 44, 46, 88-90, 96-107; R. C. SMITH et al., 1995, 11, 25, 44, 60-62.

²⁶⁵ A. W. MARR, 2006, 7, 30-32, 35-36, 46, 88-89; R. C. SMITH et al., 1995, 11.

²⁶⁶ C. MALCOM, 2000-2001; <http://www.melfisher.org/stjohn.htm> (21.08.2017.)

²⁶⁷ W. BLAKE, J. GREEN, 1986, 1, 4-5, 7; F. W. CASTRO, 2005, 28;

Mortella III (druga polovica 16., početak 17. st.; zaljev Saint-Florent na Korzici, Francuska; Španjolska): locirani su dijelovi olovnog lima u području kobilice, ali temeljitije otkrivanje tog dijela trupa nije pokazalo ostatke obloge. Potrebna su daljnja istraživanja.²⁶⁸

Angra B (16. ili 17. st.; zaljev Angra, kod grada Angra do Heroismo na Azorima, Portugal; Biskaja, Baskija): naborani komadi olovnog lima su pronađeni na južnoj strani nalazišta oko trupa broda, a na koblici su zabilježeni ostaci oksidacije i rupa za čavlice koje su na mjestima okruživali ostaci olova.²⁶⁹

Angra D (oko 1600. g.; zaljev Angra, kod grada Angra do Heroismo na Azorima, Portugal; Španjolska ili Portugal): brod je vjerojatno bio pokriven pločama od tankog olovnog lima od vodne linije pa do kobilice, uključujući i njezinu donju stranu.²⁷⁰

Nassau (potonuo 18. kolovoza 1606. g.; Bambek Shoal, kod Port Dicksona u Maleziji; VOC): nalazište nije sustavno istraženo, ali je utvrđeno da brod ima vanjsku oblogu od olova koja leži na oblozi od drva, a između te drvene obloge i oplata se nalazi još jedan sloj olovnog lima. Drugim riječima, brod ima vanjsku i unutarnju olovnu oblogu. Vanjska obloga pruža se do razine vodne linije, a krmena statva je osim olovom, obložena i bakrenim limom. Na provi broda je pronađena i rola olovnog lima.²⁷¹

Nossa Senhora dos Mártires, poznata kao „Paprena olupina“ (eng. *The Pepper Wreck*), (potonula 15. rujna 1606. g.; na ušće rijeke Tagus, blizu Cascaisa u Portugalu; Portugal): brod je bio šuperen olovnim nitima (Sl. 33), (promjer 5 – 9 mm), koje su se stavljale u sljubnice i preko kojih su postavljena tri sloja kućine s vanjske strane, a na nekim mjestima i s unutarnje. Nakon toga bi se preko svoj tog materijala i sljubnica stavljale trake olovnog lima (Sl. 32). Neke su trake pričvršćivane željeznim čavlicima, 4 – 8 cm udaljenima i postavljenima u centru, a neke po rubovima trake. Pronađeni čavlici imaju 8 – 30 cm promjer glave i 4 mm noge. Trake su bile 2 – 8 cm široke, a duljina je varirala. Debljina im je iznosila 1 – 2 mm. Osim olovnih niti i traka, pronađene su i olovne ploče koje su vjerojatno služile za popravke. Na rubovima imaju kvadratne rupe za čavle, 4 – 8 cm udaljene, a

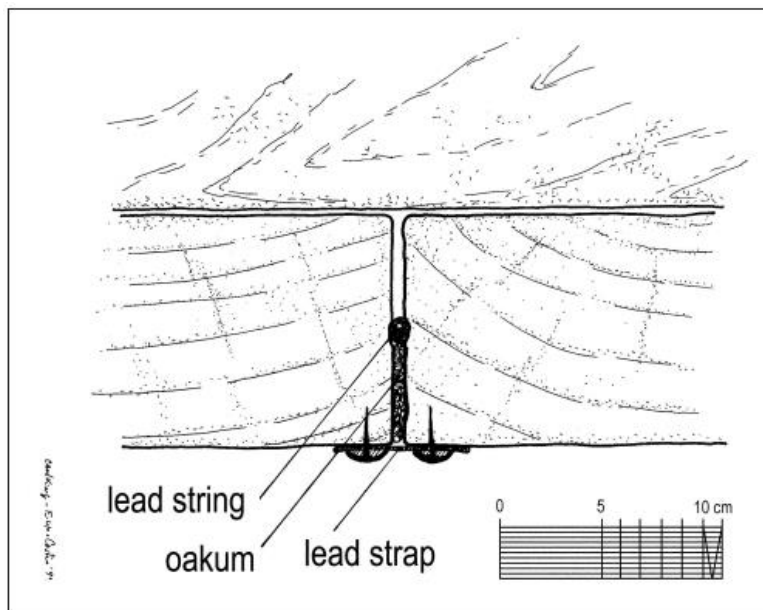
²⁶⁸ A. C. DE LA ROCHE, 2011, 69, 83, 84-85.

²⁶⁹ K. CRISMAN, 1999, 225-226, 260-261.

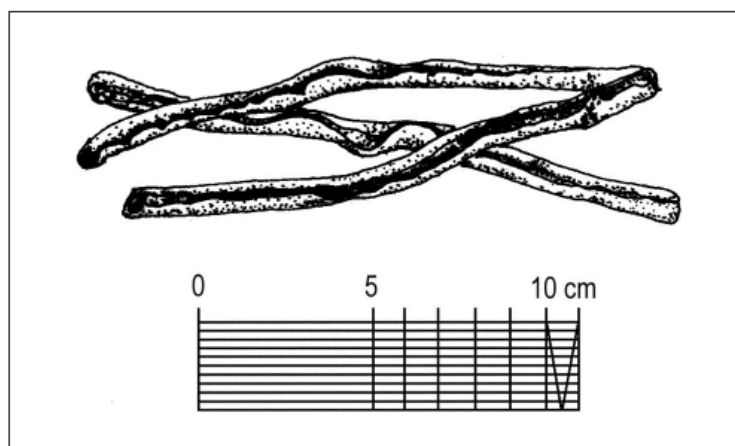
²⁷⁰ K. J. CRISMAN, C. GARCIA, 2001, 3, 9; C. GARCIA, P. MONTEIRO, 1998, 26, 31; C. GARCIA, P. MONTEIRO, 2001, 431, 439, 443; T. M. FRAGA, J. A. BETTENCOURT, 2017, 445; usmena informacija J. A. BETTENCOURT, 2017.

²⁷¹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 157-160, 393, 395.

promjer im je iznosio 4 mm. Sljubnica između kobilice i dokobiličnih platice bila je šuperena na isti način i pokrivena kontinuiranom olovnom trakom.²⁷²



Slika 32 – Prikaz šuperenja na brodu *Nossa Senhora dos Mártires*, s lijeva na desno: olovna nit, kučina, olovna traka (F. W. CASTRO, 2005, 160, fig. 7.29)

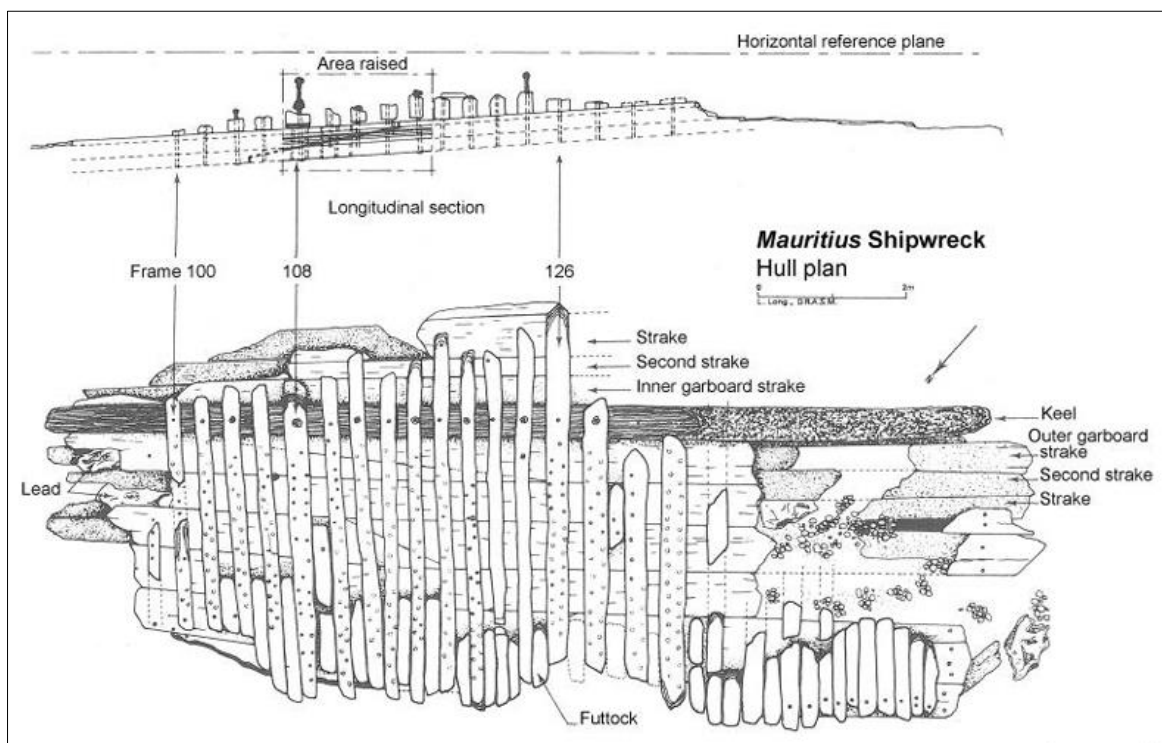


Slika 33 – Olovne niti s broda *Nossa Senhora dos Mártires* (F. W. CASTRO, 2005, 139, fig. 7.27)

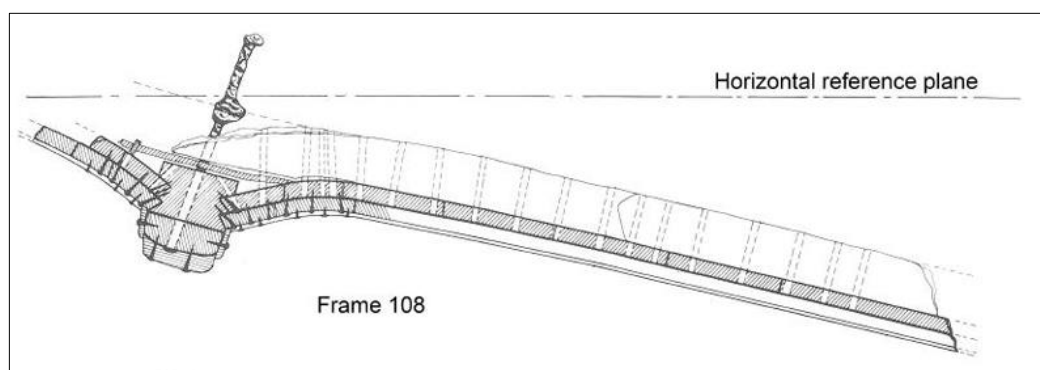
Mauritius (Sl. 34), (potonuo 19. ožujka 1609., a izgrađen ili 1601.-1602. ili krajem 16. st.; Port-Gentil u Gabonu; amsterdamska komora VOC-a): brod je imao dvostruku oplatu iznad koje se nalazio sloj platna i sloj olovne obloge na koju je išla još jedna obloga od drva, a na njoj je bio sloj platna i olovnog lima (Sl. 35). Sljubnice su bile šuperene kučinom. Olovo između oplate i drvene obloge se protezalo do strana kobilice, a vanjska obloga je uočena

²⁷² F. W. CASTRO, 2005, 3, 132, 105-106, 138, 148.

samo na jednoj strani broda, slabo sačuvana. Zanimljivo je napomenuti da je arheometrijskom analizom utvrđeno da vanjska i unutarnja obloga nemaju isti sastav.²⁷³



Slika 34 – Brodolom *Mauritius*, na lijevoj strani je označeno olovo (W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 162, fig. 5-18.)



Slika 35 – Presjek broda *Mauritius*, gdje se vidi raspored slojeva na trupu (W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 162, fig. 5-19.)

San Martín (potonuo 1618.; istočnoj obali Floride; dio flote koja je plovila iz Hondurasa): na nalazištu su pronađeni naborani ostaci olovnog lima za koje je zaključeno da su činili vanjsku oblogu broda.²⁷⁴

²⁷³ L'HOURL et al., 1990, 63-65; M. VEYRAT, 2016, 393-395; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 161.

²⁷⁴ C. MALCOM, 2000-2001.

Nuestra Señora de Atocha (potonuo 6. rujna 1622. g.; Florida Keys, Florida, SAD; dio španjolske flote koja je plovila iz Tierra Firme u Španjolsku): na brodu je pronađeno šest neiskorištenih ploča olovnog lima, poslaganih jedna na drugu i presavinutih po sredini, dimenzija 46 x 44 m, težine 1.261 kg po ploči. Sve su s jedne strane imale otisak platna, koji je vjerojatno nastao prilikom proizvodnje, dok su ove ploče nedvojbeno služile za popravke.²⁷⁵

Santa Margarita (potonuo 6. rujna 1622. g.; Florida Keys, Florida, SAD; dio španjolske flote koja je plovila iz Tierra Firme u Španjolsku): na nalazištu je pronađeno nekoliko tisuća malenih narebrenih komadića olovnog lima (Sl. 37), debljine 0.5-0.9 cm, za koje se znanstvenici nisu usuglasili koliku površinu trupa su pokrivali. Na strani olova koja je, po rupama za čavle, bila okrenuta prema trupu, pronađeni su otisci platna (Sl. 36). Ti se otisci nalaze na cijeloj površini

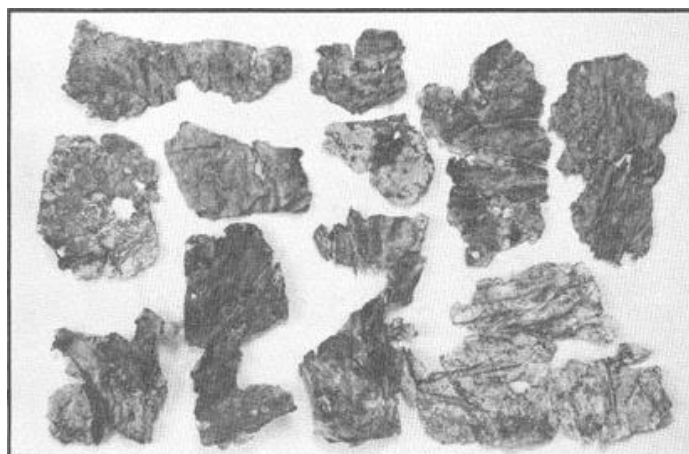


Slika 36 - Otisak platna na olovnom limu sa *Santa Margarite* (C. MALCOM, 2000-2001.)

olovnih ulomaka. Čavli nisu pronađeni, a ostaci rupa se pružaju uglavnom po rubovima, a razmak među njima je 5-10 cm. Izrezana su tri primjerka olovnog lima u dimenzijama 5x5 cm te se njihovim vaganjem došlo do zaključka da ploče teže 6568 kg po m². C. Malcom po tome izračunava da bi za pokrivanje jednog ovakvog broda bilo potrebno 2134.6 kg olova.²⁷⁶

²⁷⁵ C. MALCOM, 2000-2001.

²⁷⁶ C. MALCOM, 2000-2001.



Slika 37 – Ulomci olovnog lima sa *Santa Margarite* (C. MALCOM, 2000-2001.)

Vergulde Draak (1653. g. je kupljen, a potonuo je 1656. g.; 120 km sjeverno od Perth, na zapadnoj obali Australije; VOC): na brodu je općenito pronađena bakrena obloga, ali se na krmenoj statvi nalazila zaštita koja se sastojala od jednog sloja olovnog lima na koju su nalijegala dva sloja bakrenog. Ova zaštita pokriva cijelo zadnje lice statve, u duljini 70,5 cm i širini 6 cm, dok se na stranama statve pruža u širini od 6 cm (Sl. 38). Debljina olovnog lima je 5 mm, što je 2 mm više od onog bakrenog. Čavli nisu pronađeni, a od njihovih otisaka se može ustvrditi da je promjer noge bio 4 – 6 cm, a glave 1,4 – 1,6 cm.²⁷⁷

Avondster, prvotno *Blessing* i *John and Thomas* (potonuo 2. srpnja 1659., izgrađen prije 1641.; Galle u Sri Lanki; VOC, prije toga Engleska): u pregledu nalazišta je uočena obloga od olova i bakra na krmenoj statvi, kao ona na *Vergulde Draak*.²⁷⁸

Boa Vista 2 (17. ili 18. st.; Lisabon, Portugal; Pirinejski poluotok ili prekomorski teritoriji): olovne trake pokrivaju sljubnice broda u kojima se nalazi kučina od neidentificiranog vlaknastog materijala. Preko cijele te konstrukcije je postavljena drvena obloga.²⁷⁹

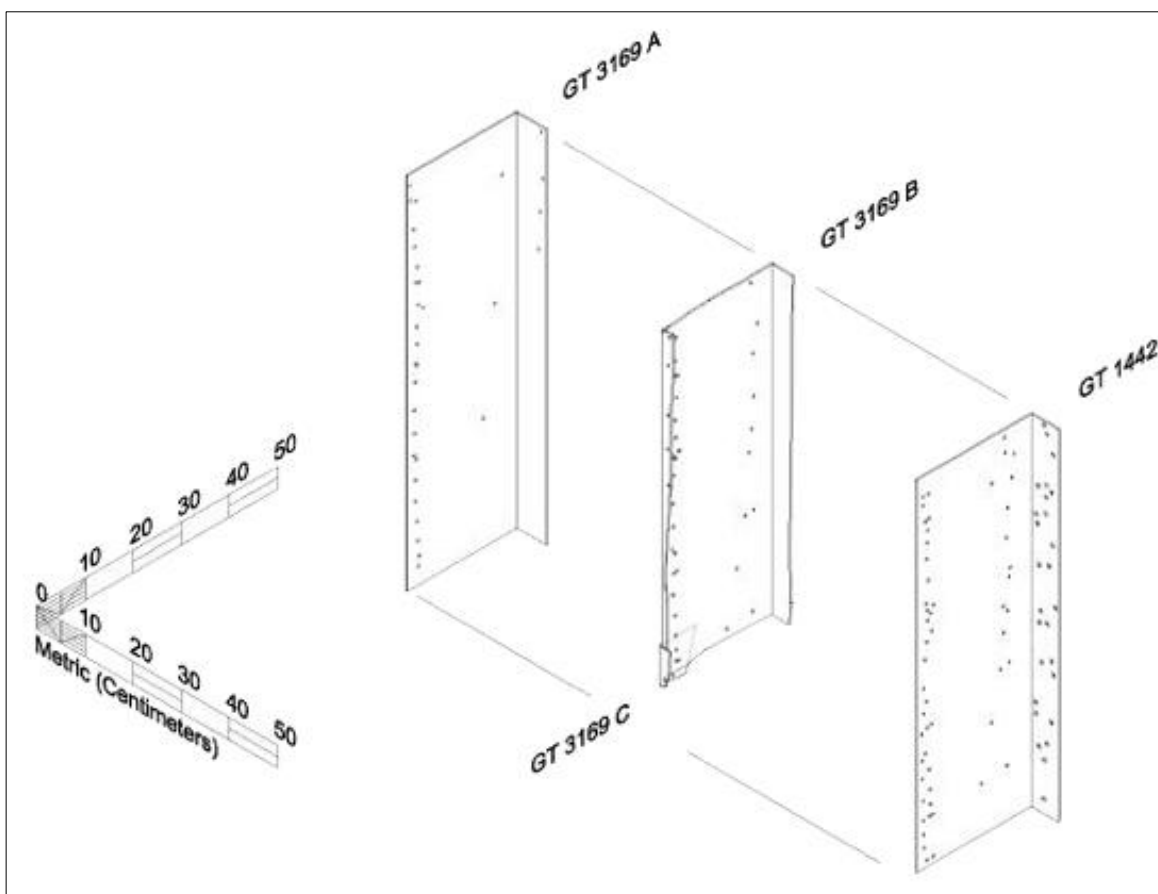
Brsečine / Rt Gumanci (17. ili 18. st.; uvala Brsečine blizu Dubrovnika, Hrvatska): na pregledu nalazišta je uočena olovna obloga koja je pokrivala oplatu broda.²⁸⁰

²⁷⁷ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 163, 178-179; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015b, 352.

²⁷⁸ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 180-181.

²⁷⁹ C. FONSECA et al., 2016, 963, 966.

²⁸⁰ D. PERKIĆ, 2009, 328-329.



Slika 38 - Rekonstrukcija olovne obloge krmene statve na brodu *Vergulde Draak* (W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 179, fig. 5.41)

Osim u slučaju nabrojenih brodova, upotrebu olovnog lima na brodskome trupu pronalazimo i u 18. stoljeću, kao na primjer u vidu manjih zakrpa na brodovima VOC-a, *Amsterdam* i *Buitenzorg*.²⁸¹ C. Malcom navodi da su ostaci olovnoga lima pronađeni i na brodovima *Nueva España* flote iz 1715. godine. Isti autor tvrdi da je olovni lim pronađen i na nalazištu brodoloma iz sredine 16. st. St. John's na Bahamima, ali osim te jedne tvrdnje, autorica ovog rada nije pronašla drugih potvrda da je to stvarno tako.²⁸² Olovne zakrpe s broda *El Nuevo Constante* pokazuju da se način popravljanja trupa olovom održao i u kasnijim razdobljima.²⁸³

²⁸¹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 194; P. MARDSEN, 1972, 73-75, 77, 82, 85.

²⁸² C. MALCOM, 2000-2001; http://www.sedwickcoins.com/shipwreck_histories/1715.htm (21.08.2017.)

²⁸³ <https://www.crt.state.la.us/dataprojects/archaeology/virtualbooks/NUEVO/artifact.htm> (21.08.2017.)

4.5 Osnovne karakteristike olovne zaštite broskog trupa

Proučavajući podatke navedene u potpoglavlju 4.4 ovoga rada, smatram da bi se olovo u funkciji zaštite broskog trupa moglo podijeliti u tri skupine, s obzirom na njihove fiziološke i funkcionalne karakteristike:

1. olovna obloga (*eng. lead sheathing*),
2. šuperenje olovom (*eng. lead caulking*) i
3. olovne zakrpe (*eng. lead patching*).

Olovna obloga je potpuno pokrivanje broskog trupa olovnim limom, pri čemu se olovne ploče barem jednim svojim dijelom preklapaju. Možemo ju podijeliti na unutarnju i vanjsku oblogu, pri čemu se unutarnja nalazi između oplata broda i obloge od drva. Vanjska obloga se nalazi na vanjskoj površini trupa, bilo to izravno na oplati broda ili na drvenoj oblozi. U svim proučenim slučajevima, unutarnja se obloga nikada ne javlja bez vanjske, dok se vanjska može pojavljivati zasebno. Čavlići koji pričvršćuju olovnu oblogu nalaze se na rubovima i na sredini olovnih ploča i najčešće prate nekakav uzorak. Primjeri brodova s vanjskom i unutarnjom oblogom su *Nassau*, *Zierikzee* i *Mauritius*, a oni s isključivo vanjskom su *Lomellina* i *Angra D*, te brod *Sv. Jerolim*, o kome će još govora biti u daljnjem tekstu.

Šuperenje olovom je pokrivanje sljubnica na trupu broda prilikom brodogradnje olovnim trakama. Takve trake u nekim slučajevima pokrivaju neki drugi materijal u vidu kučine koji je prvotno uguran u sljubnice. Ponekad se u sljubnicama umjesto kučine ili skupa s njom nalaze i olovne niti. Čavlići se nalaze ili na gornjem, odnosno donjem rubu olovnih traka i ulaze u platice ili se nalaze na sredini trake i ulaze u kučinu. U nekim primjerima nalazimo obje kombinacije. Opisanu tehniku nalazimo na sljedećim brodovima: *Molasses Reef*, *Highborn Cay*, *San Esteban*, *Emanuel Point I*, *Emanuel Point II*, *Santo António*, *Nossa Senhora dos Mártines* i *Boa Vista 2*. *Santo António* i *Nossa Senhora dos Mártines* osim olovnih traka imaju i olovne niti unutar sljubnica.

Olovne zakrpe označavaju pokrivanje samo određenog manjeg dijela broda olovnim limom, koji je najčešće malih dimenzija. One mogu biti instalirane prilikom brodogradnje, da bi služile za ojačavanje ili zaštitu određenog dijela trupa od morskih organizama, kao što je to na primjer kod brodova *Vergulde Draak* i *Avondster* kod kojih je pokrivena samo krmena statva, ili kod *Emanuel Point I*, kod kojeg jedna veća zakrpa pokriva prostor oko kormila. Takve zakrpe imaju čavlice najčešće po rubu, ali i po sredini. Druga vrsta zakrpa

koristi se prilikom popravaka broskog trupa i najčešće ima čavlice isključivo po rubu. Takve primjere pronalazimo na brodovima Molasses Reef, *Santa Maria de Yciar*, Emanuel Point I, Emanuel Point II i *Nossa Senhora dos Mártines*.

Svrstavanje brodova u jednu od ove tri skupine je u nekim slučajevima upitno, budući o njima nema dovoljno informacija. Tako ono za sada nije moguće kod brodova Cais do Sodr , Mortella III, Angra B, *San Martin*, *Santa Margarita* i Brsečine / Rt Gumanci kod kojih pronađeni fragmenti ili stanje istraženosti trenutno ne dozvoljava nikakvu bolju interpretaciju.

Zanimljivo je napomenuti i slučaj rola olovnog lima koje su pronađene na palubama brodova *Nassau* i *Nuestra Se ora de Atocha*. Slične primjere pronalazimo i u antici, na nalazištima Kyrenia, Marsala, Pozzino, Cala Rossano i Ben-Afel , a rečeni je lim nedvojbeno služio za popravke trupa prilikom putovanja,²⁸⁴ koji se i spominju u literarnim izvorima navedenim u podnaslovu 4,2 ovoga rada.

Nalazište	Materijal	Promjer glave	Debljina glave	Promjer rupe/noge	Duljina noge
<i>Lomellina</i>	bakar	0,8 – 1	0,4		Oko 2
Emanuel Point I	�eljezo	2 – 3	4 – 7		3
<i>Nossa Senhora dos M�rtines</i>	�eljezo	2,8 – 3		0,4	
<i>Santa Margarita</i>	bakar/željezo	2,2	0,5		
<i>Vergulde Draak</i>		1,4 – 1,6		4 – 6	

T.1 – Karakteristike  avala za pri vr ivanje olovnog lima. Sve su dimenzije u centimetrima (cm)

Premalo informacija za analizu javlja se i u slučaju usporedbe materijala čavala za pri vr ivanje olovne obloge. Od četiri brodoloma za koje sam uspjela pronaći rečenu informaciju, kronološki prvi i zadnji su imali  avle od bakra, jedan je imao  avle od željeza, a za jedan se u jednom izvoru navodi bakar, a u drugom  eljezo.²⁸⁵ Objavljeni promjeri glava čavala su takoder različiti, a kreću se od 0,8 cm do 3 cm, a debljina im je od 0,4 do 7 cm.

²⁸⁴ H. W. SWINY, M. L. KATZEV, 1973, 351; J. PARKER, 1992, 71, 91, 263, 340.

²⁸⁵ M. VEYRAT, 2016, 398; C. MALCOM, 2000-2001.

Duljina nogu čavala je objavljena samo u dva slučaja, od čega jednom iznosi 2, a u drugom 3 cm, dok je promjer od 4 do 6 cm (T.1).²⁸⁶

Popratni materijal pri pokrivanju trupa broda olovnim limom je zabilježen u deset slučajeva i vrlo je raznolik. Riječ je o platnu, kućini, dlaci i smoli, koji se najčešće stavljaju između trupa broda i olovnog lima.

4.6 Rasprostranjenost i kulturna pripadnost brodova s upotrebom olova za zaštitu broorskog trupa

Kao što vidimo iz karte rasprostiranja nalazišta brodova s olovom za zaštitu broorskog trupa (Sl. 39), osam se brodoloma nalazi na području Karipskog mora i Meksičkog zaljeva,²⁸⁷ dva su u Indoneziji,²⁸⁸ dva uz zapadnu, odnosno istočnu obalu Afrike,²⁸⁹ dva na Azorima, odnosno u središnjem Atlantskom oceanu,²⁹⁰ jedan u Australiji²⁹¹ i pet u Europi, od čega četiri u Sredozemnom moru.²⁹²

Ukoliko ove podatke povežemo s ponavljajućim tvrdnjama da se olovni lim koristio za zaštitu od broorskog crva u tropskim morima, možemo zaključiti da je takva njegova namjena moguća jedino u slučaju ako su i europski brodovi tamo plovili, ali su se u trenutku potonuća našli blizu svoje matične luke. Na putu iz Indonezije su se možda i našli brodovi na Azorima, budući su oni bili redovna postaja na takvim putovanjima.²⁹³ Ostali su brodovi uistinu pronađeni u toplim morima, te ovakva njihova lokacija ide u prilog teoriji o zaštiti od broorskog crva. Naravno, ovakvo bi stanje moglo biti samo rezultat istraženosti.

Još jedno pitanje koje bi vrijedilo razmotriti je može li način apliciranja olovnog lima na broorski trup pomoći odrediti kulturnu pripadnost broda? Od tri broda koji imaju vanjsku i unutarnju olovnu oblogu, sva tri pripadaju Nizozemskoj istočno indijskoj kompaniji. Poznato je da je ista kompanija imala i odredbe o tome kako treba izgledati njezin brod u razdoblju između 1603. i 1606. godine: iznad oplata mora biti sloj olova i kućine, nakon

²⁸⁶ M. VEYRAT, 2016, 390, 392; . C. SMITH et al., 1995, 62; A. W. MARR, 36, 44; F. W. CASTRO, 2005, 138; 179.

²⁸⁷ J. R. STEFFY, 2006, 129, 134; A. W. MARR, 2006, 39; C. MALCOM, 2000-2001., <http://www.melfisher.org/stjohn.htm> (21.08.2017.)

²⁸⁸ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 180, 158.

²⁸⁹ W. BLAKE, J. GREEN, 1986, 1; L' HOUR et al., 1990, 63.

²⁹⁰ K. CRISMAN, 1999, 225; K. J. CRISMAN, C GARCIA, 2001, 3.

²⁹¹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 163.

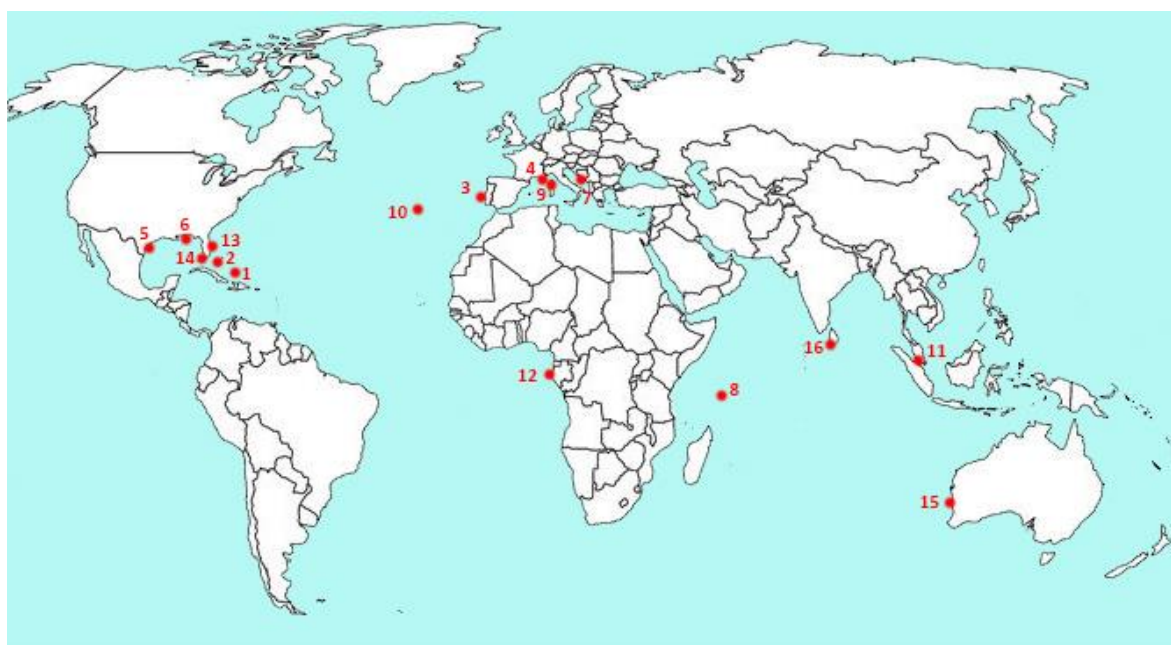
²⁹² M. GUÉROT, E. RIETH, 1998, 38; A. C. DE LA ROCHE, 2011, 98; F. W. CASTRO, 2005, 3.

²⁹³ T. M. FRAGA, J. A. BETTENCOURT, 2017, 445.

čega treba ići drvena obloga i još jedan sloj olovnog lima.²⁹⁴ Tako imamo i primjer *Avondster* koji je nakon što je došao u službu VOC-a prošao kroz proces postavljanja nove zaštite.²⁹⁵

Većina ostalih brodova je izgrađena u Španjolskoj ili Portugalu i svi oni koji su dovoljno istraženi da bismo ih mogli analizirati upotrebljavaju tehniku šuperenja olovom, osim u primjeru Angre D, koja ima isključivo vanjsku oblogu, a kulturološka pripadnost joj još nije sa sigurnošću određena.²⁹⁶ Takvu oblogu pronalazimo i na Lomellini, koja je đenoveški brod.²⁹⁷

Primjera iz Engleske za sada nemamo, kao ni iz Skandinavije,²⁹⁸ što bi ukazalo ili na nedostatak nalaza ili na to da se ova tehnika tamo nije koristila.



Sl. 39 – Zemljopisna rasprostranjenost nalazišta: 1. Highborn Cay; 2. Molasses Reef; 3. Cais do Sodré i Nossa Senhora dos Mártires; 4. Lomellina; 5. Santa Maria de Yciar i San Esteban; 6. Emanuel Point I i Emanuel Point II; 7. Sv. Jerolim i Brsečine / Rt Gumanci; 8. Santo António; 9. Mortella III; 10. Angra B i Angra D; 11. Nassau; 12. Mauritius; 13. San Martín; 14. Nuestra Señora de Atocha i Santa Margarita; 15. Vergulde Draak; 16. Avondster (autor: T. Festini).

²⁹⁴ M. VEYRAT, 2016, 395-396.

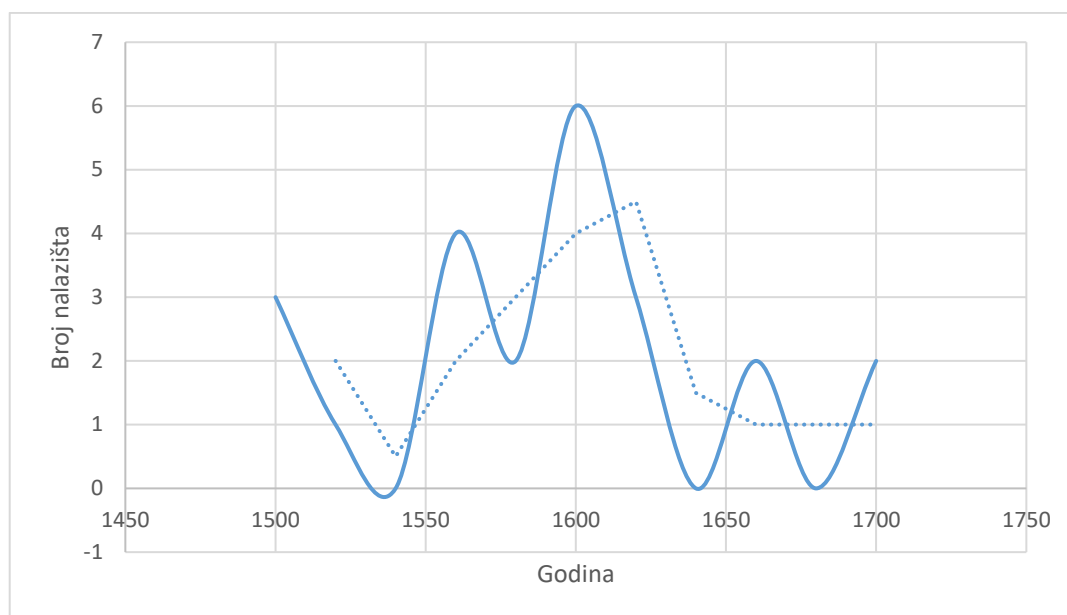
²⁹⁵ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 180.

²⁹⁶ T. M. FRAGA, J. A. BETTENCOURT, 2017, 446-449.

²⁹⁷ M. GUÉROT, E. RIETH, 1998, 38-39.

²⁹⁸ C. P. P. LEMÉE, 2006, 17-19, 23-24.

4.7 Vrijeme upotrebe olova za zaštitu broorskoga trupa



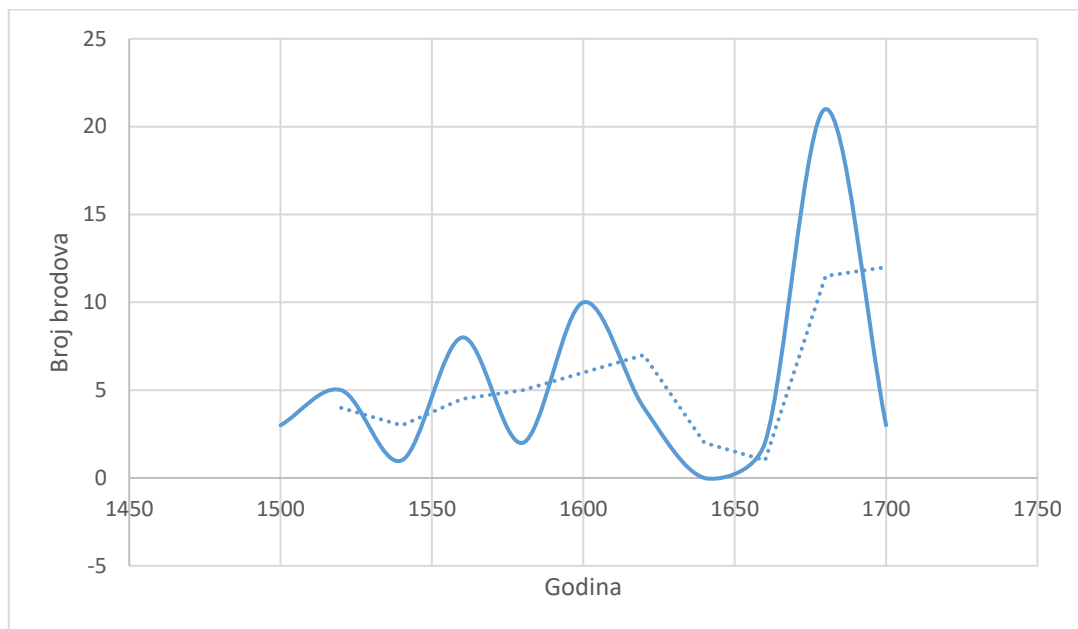
Grafikon 1 – Učestalost upotrebe olova za zaštitu broorskoga trupa s obzirom na nalazišta (autor: T. Festini)

Ukoliko pokušamo grafički prikazati učestalost upotrebe olova za zaštitu broorskoga trupa u 16. i 17. stoljeću, dolazimo do nekih zanimljivih podataka. Promatrajući prvi grafikon (Grafikon 1), koji prikazuje takvu učestalost s obzirom na poznata nalazišta brodova s olovnom zaštitom, možemo vidjeti da se ona javlja već pri početku 16. stoljeća, nakon čega joj upotreba opada u prvoj polovici stoljeća, te potom raste u drugoj polovici istoga stoljeća, da bi dosegla vrhunac u početku 17. stoljeća. Nakon toga razdoblja, upotreba olova je u laganom opadanju, da bi se ustalila u drugoj polovici 17. stoljeća.

Ako pak uz poznata nalazišta na grafikonu prikažemo i brodove za koje znamo iz pisanih izvora (Grafikon 2),²⁹⁹ situacija se ponešto mijenja. Najznatnija je promjena ona pred kraj 17. stoljeća, kada iz pisanih izvora znamo da se u Engleskoj olovnom limom pokrio 21 brod, zbog čega se čini kako je u ovome vremenu olovo korišteno znatno više nego u ostalim razdobljima. Mišljenja sam kako je to čisto nedostatak informacija iz ostalih perioda, budući da 21 brod nije toliko mnoštvo da bi u realnoj situaciji trebao činiti veliku razliku. Ono što bi moglo biti relevantno, jest lagani rast u uporabi olovne zaštite u prvoj polovici 16. stoljeća, koji nije bio toliko uočljiv na prvome grafikonu. Iz ovoga također vidimo koliki su zapravo

²⁹⁹ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 264; M. VEYRAT, 2016, 389, 393; C. P. P. LEMÉE, 2006, 227; A. FERNÁNDEZ VALLÍN, 1893, 84; M. C. MENA GARCÍA, 1998, 266; R. HAKLUYT, 1598, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11.08.2017.); E. K. CHATTERTON, 1923, 192; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193, 196-197; R. PARTHESIUS, 2010, 102; W. PETTY, 1691, 45-50.

nedostaci u donošenju zaključaka samo iz arheoloških nalaza i koliko su naša proučavanja razdoblja bez pisanih izvora ograničena.



Grafikon 2 – Učestalost upotrebe olova za zaštitu brodskog trupa s obzirom na nalazišta i pisane izvore
(autor: T. Festini)

Još neke podatke moguće je dobiti kad brodovima iz Grafikona 2 pokušamo dodijeliti nacionalnu pripadnost, kakva je za njih navedena u prethodnome tekstu. Tako vidimo da se upotreba olova za zaštitu brodskog trupa relativno konzistentno javlja samo u Španjolskoj i Portugalu,³⁰⁰ koji su za naše sadašnje potrebe stavljeni u istu liniju. U tim je zemljama upotreba najučestalija u početku 17. stoljeća, da bi već nakon njegove sredine znatno opala. U Nizozemskoj³⁰¹ jasno vidimo vrhunac upotrebe između 1603. i 1606. godine, kad je zakonom bilo propisano da brodovi VOC-a moraju imati olovnu zaštitu u dva sloja.³⁰² Lagani uspon u upotrebi krajem 17. stoljeća u ovoj zemlji rezultat je djelomične upotrebe olova za zaštitu statvi. U Engleskoj³⁰³ je očita upotreba samo u dva slučaja. U prvom u

³⁰⁰ T. J. OERTLING, 1989, 241; J. R. STEFFY, 2006, 134; R. C. SMITH et al., 1995, 26-28, 32; W. BLAKE, J. GREEN, 1986, 1; K. CRISMAN, 1999, 225-226; J. A. BETTENCOURT, 2017, 445; F. W. CASTRO, 2005, 3; C. MALCOM, 2000-2001; C. FONSECA et al., 2016, 963; A. C. DE LA ROCHE, 2011, 84-85.

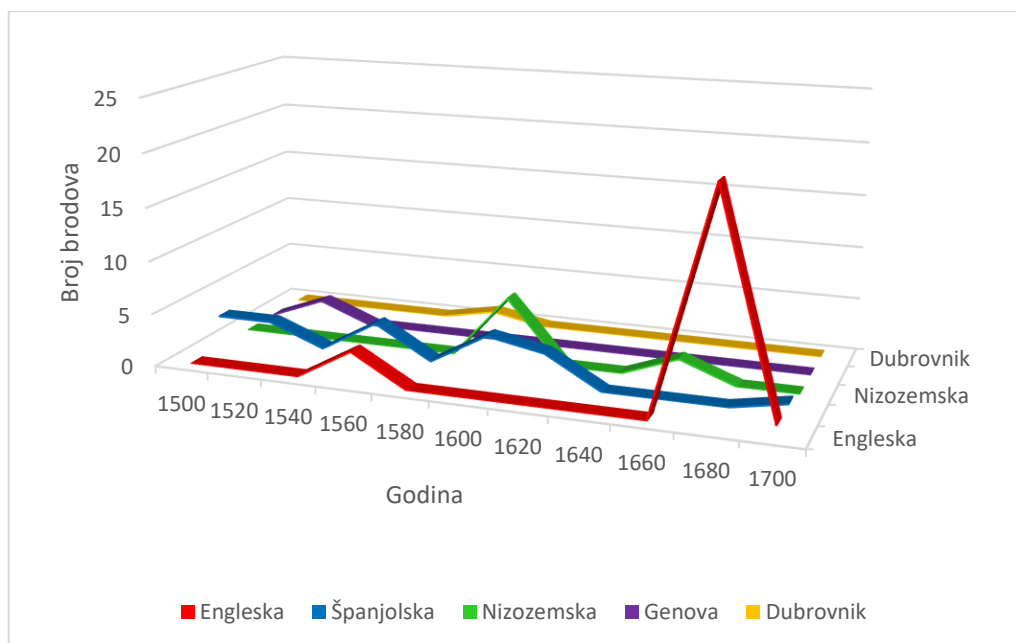
³⁰¹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 163, 180, 193, 194; M. VEYRAT, 2016, 395; L'HOURL et al., 1990, 64.

³⁰² W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193; R. PARTHESIUS, 2010, 102, cit. NA 1.04.02, VOC 225, 19-08-1603; NA 1.04.02, VOC 14336.

³⁰³ E. K. CHATTERTON, 1923, 191, 192, 245; J. BULTEEL, 1673, 6193; W. PETTY, 1691, 45-50.

ekspediciji Sir Hugha Willoughbyja³⁰⁴ i u drugom pri pokrivanju 21 broda engleske ratne mornarice mljevenim limom pri kraju 17. stoljeća.³⁰⁵ Informacije o Genovi³⁰⁶ i Dubrovniku³⁰⁷ toliko su manjkave da ne daju nikakve relevantne podatke.

Iz svega ovoga se može lako zamijetiti da je prijeko potrebno sakupiti još informacija, što arheoloških, što pisanih na ovu temu, kako bismo mogli realnije sagledati tehniku zaštite brodskog trupa.



Grafikon 3 – Učestalost upotrebe olova za zaštitu brodskog trupa s obzirom na nalazišta, pisane izvore i kulturološku pripadnost (autor: T. Festini)

4.8 Razlozi upotrebe olova za zaštitu brodskog trupa

Na kraju ćemo još ponešto reći o razlozima upotrebe olova za zaštitu brodskoga trupa, budući je ta tema zastupljena u svim radovima koji se imalo dotiču te vrste zaštite.

Prvi razlog, zaštita od brodskog crva, najčešće se navodi u literaturi vezanoj uz rani novi vijek. Kao što je pokazao eksperiment A. W. Marra³⁰⁸ opisan ranije u ovome radu, olovni lim je mogao služiti toj svrsi samo i isključivo u slučaju ako je pokrивao cijeli trup broda, jer su crvi u Marrovom eksperimentu u potpunosti izbušili oba modela, osim

³⁰⁴ R. HAKLUYT, 1598, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11.08.2017.); E. K. CHATTERTON, 1923, 192.

³⁰⁵ T. N. JONES, 2004, 82-91.

³⁰⁶ M. GUÉROT, E. RIETH, 1998, 38-39; M VEYRAT, 2016, 389.

³⁰⁷ J. L. CASABAN, 2015, 1.

³⁰⁸ A. W. MARR, 2006, 66-68.

milimetra debelog komada drva tik ispod olovnog lima. To bi ukazalo na činjenicu da, kada bi crv jednom ušao u brod na bilo kome mjestu, ništa ga ne bi spriječilo da izbuši svoje tunele u cijelome trupu. Što se tiče slučajeva u kojima je zaštićen samo jedan dio broda (ranije opisan primjer nizozemskog admiralskog broda koji je imao olovo samo oko vodne linije,³⁰⁹ primjeri *Vergulde Draak* i *Avondster* ili pak broda iz putovanja Sir Hugh Willoughbyja, koji imaju pokrivene krmene statve, odnosno kobilicu³¹⁰), on se može objasniti ili željom da se brod zaštiti općenito od obraštanja, budući je Marrov eksperiment pokazao da je ono zastupljenije oko vodne linije, ili pak prosto vjerovanjem brodograditelja da na taj način štiti određene dijelove broda od crva, iako to u stvarnosti nije tako. To nam može potvrditi izjava „Jer čuli su da se u određenim dijelovima Oceana razmnožava vrsta crva, koja mnogo puta izbuši i pojede i najčvršći hrast...”³¹¹

Drugi razlog, osiguravanje vodootpornosti trupa, moguć je u svim slučajevima, a u slučaju šuperenja olovom on je i jedini logičan, a svi se autori slažu da su u ovu svrhu služile i olovne zakrpe, kao što je posvjedočeno i u povijesnim izvorima, što je sve već opisano u prethodnom tekstu.

Što se tiče ojačavanja strukture trupa, ona u novome vijeku nije bila potrebna, budući su rebra većinom preuzela tu funkciju. Iznimka bi mogli biti nizozemski brodovi građeni u tehnici *prvo dno*, ali oni u velikom broju slučajeva imaju dvije oplata, pri čemu druga služi ovoj svrsi.³¹² Osim toga, u svjedočanstvu iz 1702. godine navedeno je kako je za ojačavanje trupa puno bolja drvena obloga „... *olovna obloga* se meni čini u svemu bolja; samo jedna stvar ostaje, a to je da g. Surveyor kaže kako drvena obloga *ojačava* brod...” Ipak, autor nadalje tvrdi da ukoliko brod nije dobro izgrađen, on ne zna kakva bi ga to obloga mogla popraviti.³¹³

³⁰⁹ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 193; R. PARTHESIUS, 2010, 102-103, cit. NA 1.04.02, VOC 307, 06-01-1606; NA 1.04.02, VOC 226, 02-01-1606, 06-01-1606; NA 3.01.14, Oldenbarneveldt 3113.

³¹⁰ R. HAKLUYT, 1598, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11.08.2017.)

³¹¹ R. HAKLUYT, 1598, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11.08.2017.), (For they had heard that in certaine parts of the Ocean, a kinde of wormes is bredde, which many times pearceth and eateth through the strongest oake that is...)

³¹² T. J. MAARLEVELD, 1992, 167.

³¹³ HALE, 1702, 4, (...Lead-Sheathing seems to me much to be preffer'd; only one thing remains, that Mr. Surveyor says of Wood-Sheathings strenghtening a Ship...).

Još je jedna moguća upotreba osiguravanje brodova za vrijeme sukoba na moru, budući se kod zapisa o brodu Santa Ana vidi da je „...olovna obloga ... spriječila da brod bude oštećen, usprkos raznim projektilima kojima su ga gađali.“³¹⁴

Iz ovoga proizlazi da je olovna obloga mogla služiti ili kao sredstvo zaštite od morskih organizama, za zaštitu u ratnim aktivnostima ili za osiguravanje vodootpornosti, ali je bitno napomenuti kako ova tvrdnja nije univerzalna i kako svaki arheološki primjer treba promatrati zasebno.

Još je bitno napomenuti da u ranome novom vijeku početak upotrebe olova za zaštitu broskog trupa vidimo u potrebi za iznalaženjem rješenja brze gradnje velikih preookeanskih brodova, a kraj dolazi kada su se veliki jedrenjaci u potpunosti razvili. Također, tehnika zaštite broskog trupa olovnom limom nije jedina koja se upotrebljava. Pronalazimo i primjere zaštite oblogom od drva, zatim namjerno paljenje površinskog sloja trupa broda da se učini neprobavljivim morskom crvu, trupove zaštićene samo sa smolom i mnoge druge načine zaštite.³¹⁵

Možda je olovna zaštita naprosto bila jedna tehnika za kojom su brodograditelji posezali kada ne bi imali alternative za izlaženje na kraj s novim zahtjevima svojih konstrukcija. Tako bi olovni lim bio samo jedan neuspjeli eksperiment kojemu se brodograditelji uvijek iznova vraćaju, ali nikada ne uspijeva u potpunosti zadovoljiti njihove zahtjeve te ga zbog toga brzo i napuštaju kad pronađu neke bolje načine zaštite.³¹⁶

Koji su točno razlozi konačnog napuštanja ove metode zaštite ne znamo. Mnogi su se na nju žalili još dok je bila u širokoj upotrebi. Najčešće se spominje velika težina olovnih ploča koje su usporavale brod, a u jednakoj je mjeri problem bila korozija, zbog koje su se uništavale željezne komponente broda, a ako bi lim bio pričvršćivan željeznim čavlima bi i on sam otpadao.³¹⁷ W. Van Duivenvoorde smatra kako često navođena cijena olova nije mogla igrati veliku ulogu u njegovu napuštanju te navodi primjer Amsterdama i Zona koji

³¹⁴ A. FERNÁNDEZ VALLÍN, 1893, 84; M. C. MENA GARCÍA, 1998, 266, („...coraza de plomo, clavada por medio de clavijas de cobre y que impidió que la galera no sufriese la más pequeña avería, á pesar de los muchos proyectiles que dieron contra ella“).

³¹⁵ A. W. MARR, 2006, 14-16.

³¹⁶ VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 68.

³¹⁷ M. C. MENA GARCÍA, 1998, 266; W. PETTY, 1691, 45-50.

su 1604. godine obloženi olovom za 167 guldena, što je bilo nezamjetno ako se usporedi s cijenom gradnje čitavog broda koja je iznosila oko 100.000 guldena.³¹⁸

5. Upotreba olova za zaštitu broorskog trupa na primjeru broda Sv. Jerolim

5.1 Ostaci olovne zaštite broorskog trupa na nalazištu u uvali Sudurađ na Šipanu

Problemu analize olovne obloge s nalazišta brodoloma u uvali Sudurađ na otoku Šipanu pristupilo se na dva načina. Prvi je bio pregled samog nalazišta, s ciljem utvrđivanja načina na koji su ploče olovnog lima aplicirane na broski trup, a drugi je bio analiza nalaza olovnog lima izvađenih iz mora za vrijeme dvije arheološke kampanje 2015. i 2016. godine, prikazanih u potpoglavlju broj 5.2 ovoga rada.

Pregled nalazišta odvio se kroz dva zarona na lokalitetu, 19. i 20. listopada 2016. godine. Zbog dubine lokaliteta, koja na tome mjestu iznosi od 28 do 31 m, prvi je zaron trajao 20, a drugi 25 minuta. Pregledani su ostaci ploča olovnog lima te su isti izmjereni na mjestima gdje su bili sačuvani u tolikoj mjeri da su im se vidjeli rubovi. Određeni detalji od interesa su fotografirani. Cijela je akcija popraćena i video i nacrtom dokumentacijom.

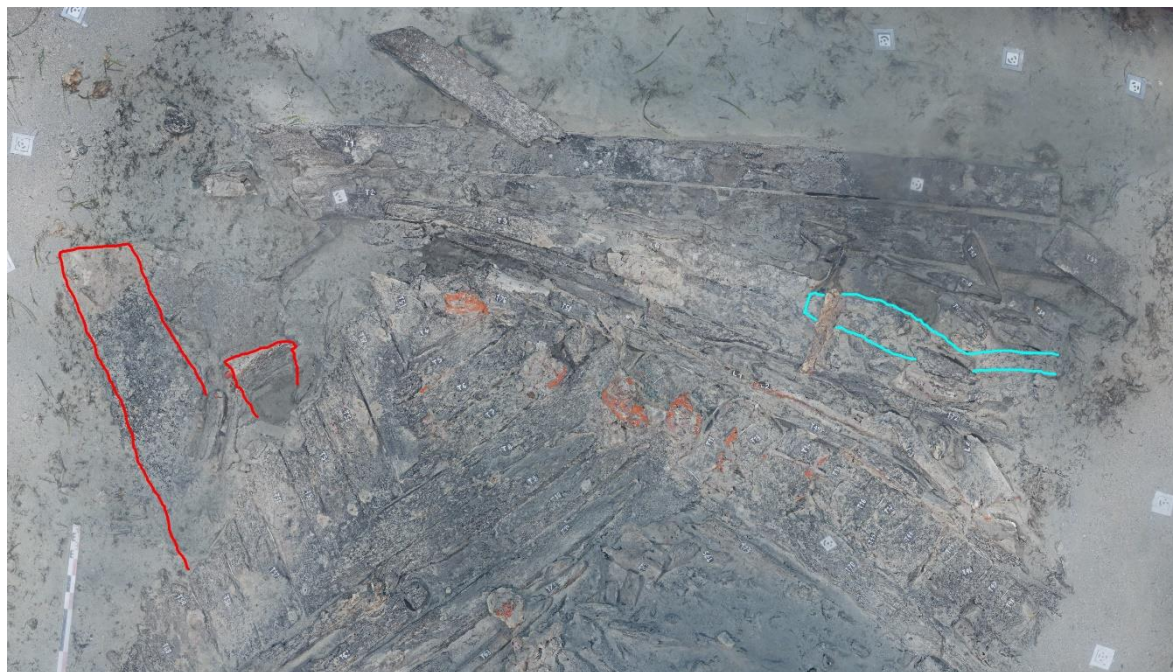
Nalazi olovnog lima izvađeni iz mora većinom su maleni i krhki fragmenti, često bez nekih osobitih karakteristika. Njihov se pregled na kraju većinom sveo na proučavanje tehnika uz pomoć kojih je olovni lim bio vezan na brosku konstrukciju, u vidu čavlića i popratnih materijala u smislu smole i/ili platna.

Prilikom pregleda terena veliki dio brodske konstrukcije nije bio označen, budući je njezin krajnji istočni i južni dio tek iskopan u istoj kampanji, a neke su se oznake postavljene 2015. godine izgubile. Zbog toga će u ovome radu biti nemoguće točno navesti uz koje dijelove drvene konstrukcije se vežu određene ploče olovnog lima. Umjesto toga će se koristiti strane svijeta u odnosu na poznate dijelove konstrukcije i ilustrativnu građu.

Izmjerene su tri ploče lima (Sl. 40). Na dvije ploče označene na slici 40 crvenom bojom, na zapadnom dijelu nalazišta, izmjerena je širina. Isto je napravljeno i s jednom izoliranom pločom na krajnjem zapadnom dijelu nalazišta, koja se nalazi izvan mrežišta i

³¹⁸ VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 64.

zbog toga nije uključena u ovaj ortogonalni plan. Sve tri mjere su iznosile 50 cm, što bi ukazalo na određenu uniformiranost prilikom izrade ploča olovnog lima, moguće metodom lijevanja u kalupe, uz podlogu od pijeska ili platna, koja je opisana u poglavlju 3,2 ovoga rada. Duljinu ploča moglo se izmjeriti samo u jednome slučaju, i to na istočnom dijelu nalazišta, a iznosila je 229 cm. Na slici 40 je prikazan samo početni dio pružanja ove limene ploče, budući je njezin ostatak iskopan 2016. godine u istočnom dijelu nalazišta i zbog toga ga nema na ovome planu.



Slika 40 - Položaj izmjerenih ploča olovnog lima na ortogonalnom planu nalazišta (autor plana: S. Govorčin, J. L. Casaban)

Uspoređujući dimenzije ovih ploča s ostalim objavljenim nalazima s brodova iz istoga razdoblja, olovne ploče sa Šipana daleko su najveće. Jedine koje su donekle usporedive su one s *Lomelline*, kojima duljina iznosi 120 cm, a širina 40 cm.³¹⁹

Velik dio olovnih ploča koje leže na morskome dnu je degradiran, pa zbog toga često nije lako utvrditi gdje određena ploča završava, a druga počinje. Također je teško za neke manje dijelove lima utvrditi kojoj ploči su u originalu pripadali. Iz takvog konteksta dolaze i naši komadi iz kataloga nalaza (potpoglavlje 5.2) pa im možemo odrediti samo okviran položaj, ali ne i točnu poziciju na broskoj konstrukciji. Većina nalaza (njih 29) tako dolazi iz kvadrata D2. To je i prostor gdje se nalazi pretpostavljena hrptenica, dokobilična platica i

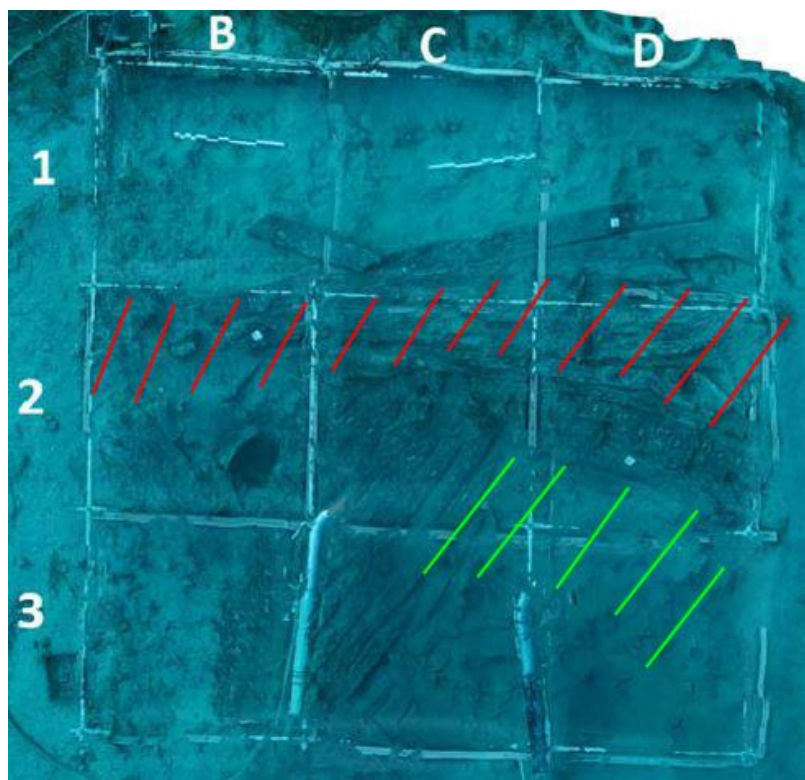
³¹⁹ M. VEYRAT, 2016, 390.

ostale platice dna broda. Pod morem je tu vidljiva najveća koncentracija olovnog lima (Sl. 41, crveno), a tu se nalazi i ploča kojoj smo izmjerili duljinu. Dvanaest je komada iz kvadrata C2, zapadno od prethodnog, gdje je također pod morem primijećena najgušća koncentracija lima. U zapadnom nastavku područja hrptenice i dokobilične platice također nalazimo fragmente olova, kao i veliku količinu olovnog lima na lokalitetu (Sl. 41, crveno). Dodatnih devet komada se javlja i u jugoistočnom dijelu kvadrata C2, koji 2015. godine nije očišćen u cijelosti, tako da to ukazuje da na ovome području možemo očekivati još ploča (Sl. 41, zeleno). Fragmente nalazimo i u produženju mrežišta iz 2016. godine, u kvadratima C11 i D11, u južnom dijelu nalazišta, tako da bi se olovne ploče mogle ubuduće pojaviti i tamo.

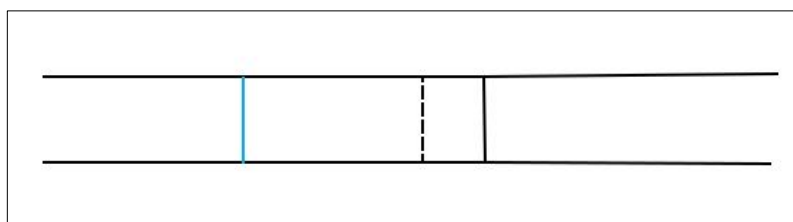
Po trenutno vidljivom stanju na terenu je moguće djelomično odrediti način na koji su olovne ploče postavljane na trup broda. U većini slučajeva, olovna ploča bi prekrivala ključ između platica, nakon čega bi se nastavljala longitudinalno pružati određenom duljinom platice dok na nju ne bi nalegla nova ploča olovnog lima. Na taj način su se dvije ploče međusobno preklapale svojim kraćim, transverzalnim dijelovima. Tu također možemo vidjeti poveznicu s *Lomellinom*, na kojoj su se olovne ploče preklapale u dužini od 1 cm te su ploče bliže provi prekrivale dijelom one bliže krmi.³²⁰

Očito je i da su se ploče preklapale i svojim dužim, longitudinalnim dijelom, ali je ta veza manje jasna. Na mnogim mjestima prilikom pregleda brodske konstrukcije je uočeno kako se ploče olovnog lima podvlače pod platice, ispod kojih izvire nova ploča olovnog lima. Na nekim mjestima lim izvire između sljubnica platica.

³²⁰ M. VEYRAT, 2016, 389.



Slika 41 – Koncentracija nalaza olovnog lima na ortogonalnom planu nalazišta s označenim kvadratima (autor plana: S. Govorčin)



Slika 42 - Shematski prikaz ploče olovnog lima na lokalitetu. Isprekidana crta označava mjesto gdje počinje nova ploča, a plava crta označava ključ između platice (autor: T. Festini)

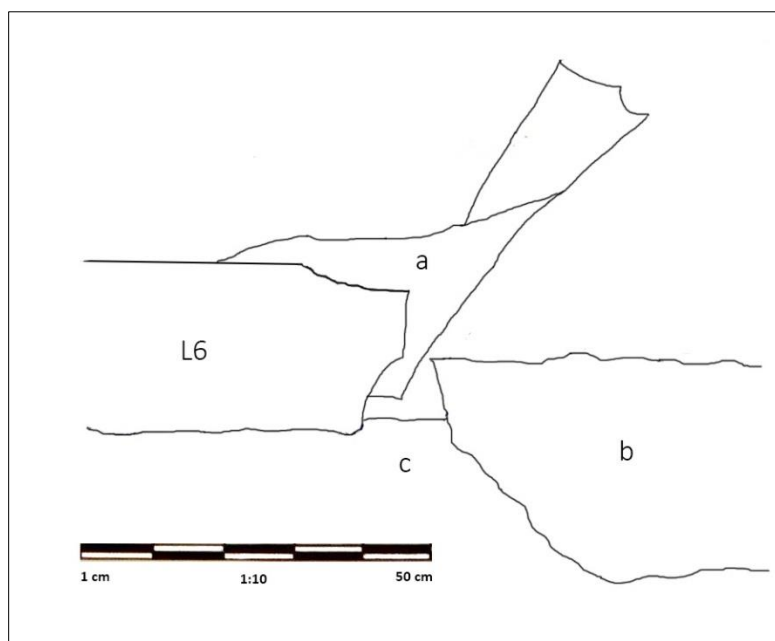
Ta je situacija najbolje vidljiva kod longitudinalnog elementa brodske konstrukcije na koji naliježe olovni lim L6. Duža strana ploče olovnog lima podvlači se pod sjevernu stranu drvenog elementa (Sl. 43) i završava na sredini platice, što se vidi na njezinom zapadnom kraju koji je degradiran djelovanjem morskog crva (Sl. 44). Kod ovoga je komada bilo i moguće promatrati spajanje s novim olovnim pločama u istočnom nastavku drva. U tlocrtnom prikazu (Sl. 44) vidimo kako ispod sjevernog kraja L6, koji je, kao što smo rekli, podvinut pod drveni element, izlazi još jedna ploča olovnog lima, nazvat ćemo je *ploča a*. Ispod južne strane L6 izlazi nova ploča, *ploča c*, koja je jednim svojim dijelom postavljena na longitudinalni drveni element brodske konstrukcije južno od L6. Na *ploču c* pak na istočnom dijelu naliježe *ploča b*, koja ima isti smjer pružanja kao i L6, ali se s njom ne spaja.



Slika 43 – Fotografija olovne ploče L6 na sjevernoj strani drvenog elementa brodske konstrukcije (foto: M. Martinčak)



Slika 44 – Zapadna strana drvenog elementa brodske konstrukcije s pločom olovnog lima L6 (foto: M. Martinčak)



Slika 45 – Skica spajanja olovnih ploča kod drvenog elementa L6 (autor: T. Festini)

Ovako postavljene ploče po mišljenju autorice mogu biti rezultat jednog od dva scenarija. Prvi bi bio da je ovakav raspored nastao zbog formacije lokaliteta, gdje bi dio ploča pripadao lijevom, a dio desnom boku broda, jer je brod prilikom potonuća dijelom nalegao na lijevi bok.³²¹ To ipak ne objašnjava zašto su neki elementi brodske konstrukcije djelomično omotani olovnim limom.

Drugi je scenarij da je olovna obloga postavljana simultano s platicama broda prilikom gradnje, pri čemu bi se lim longitudinalno omatao oko jednog ili dva reda platica, nakon čega bi se postavljao idući red platica. Problem s tim scenarijem je da sličan način gradnje nije do sada zabilježen nigdje drugdje među arheološkim nalazima. Takav brod bi također mogao imati problema s ulaskom vode u unutrašnjost trupa, budući lim ne bi dozvoljavao platicama da se šire u moru i stvaraju vodonepropusnu barijeru. Problem je možda moglo biti prevladan aplikacijom debelog sloja smole koja doista jest pronađena na velikom broju ulomaka olovnog lima. Time bi se objasnilo i zašto mnogi primjerci imaju smolu s obje strane, a ne samo s jedne, što bi bilo logično ako je ona služila kao barijera između trupa broda i olovnog lima.

³²¹ K. BATUR, I. RADIĆ ROSSI, 2016, 18.

Ova nedoumica mogla bi se riješiti nakon što istraživanje uznapreduje, a sve ploče olovnog lima budu dosljedno označene i dokumentirane. Iz njihovog položaja i međuodnosa bit će vjerojatno moguće stvoriti daleko jasniju sliku o načinu njihovoga korištenja.



Slika 46 – Profil nalaza SU.2015.32 (foto: K. Batur)

Spajanje ploča olovnog lima i aplikaciju smole možemo promotriti i na jednome od naših limenih fragmenata, SU.2015.32 (broj 32 u katalogu nalaza). Otprilike tri četvrtine komada su bez smole, dok je u preostaloj četvrtini ima toliko da se na prvi pogled niti ne vidi da je ustvari riječ o novome komadu olovnog lima. Ta je činjenica uočljiva tek kada pogledamo profil nalaza (Sl. 46). Na njemu se vidi kako je između dva komada lima apliciran debeli sloj neke vrste katrana ili bitumena, sudeći po boji i mirisu. Na poleđini SU.2015.32 je također vidljiva ista takva smola, a na njoj se jednim dijelom pojavljuje i neki svjetliji materijal.

Smola se u kombinaciji s pločama olovnog lima pojavljuje i na drugim istovremenim brodovima, pa i na već spomenutoj *Lomellini*.³²² Na *San Estebanu*³²³ i *Santo António*

³²² M. VEYRAT, 2016, 310.

³²³ J. R. STEFFY, 2006, 134; J. ROSLOFF, J. BARTO ARNOLD III, 1984, 293.

pronalazimo kučinu i dlaku, a kučina se nalazi i na *Nossa Senhora dos Mártines*³²⁴ i *Mauritiusu*.³²⁵ *Vergulde Draak* ima katran i kozju dlaku.³²⁶



Slika 47 – Slojevi smole na nalazu SU.2015.68 (foto: K. Batur)

Raspored slojeva smole na olovnom limu izvrsno se vidi na nalazu SU.2015.68 (broj 63 u katalogu nalaza) (Sl. 47). Prvo slijedi sloj crne smole, katrana ili bitumena, nakon čega slijedi olovo na koje ide sloj iste takve smole, a na njoj je jedan sloj svjetlijeg materijala, bež boje. Zanimljivo je da se na ovome nalazu, utisnut u zadnji spomenuti sloj, vidi valoviti uzorak, koji bi se mogao protumačiti kao otisak platna (Sl. 48). Vrlo slični otisci su nađeni i na ulomcima olova koje je pokrivalo brod *Emanuel Point I*,³²⁷ a platno je zabilježeno vezano uz olovnu zaštitu i na brodovima *San Esteban*³²⁸ i *Mauritius*.³²⁹

³²⁴ F. W. CASTRO, 2005, 138.

³²⁵ L' HOUR et al., 1990, 65.

³²⁶ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 166.

³²⁷ R. C. SMITH et al., 1995, 60, fig. 29.

³²⁸ J. ROSLOFF, J. BARTO ARNOLD III, 1984, 293.

³²⁹ L' HOUR et al., 1990, 65.



Slika 48 – Otisak platna na nalazu SU.2015.68 (foto: K. Batur)

U budućnosti bi bilo zanimljivo provesti analizu opisanih slojeva kako bi se utvrdilo od čega se svaki sastoji, što bi, osim uvida u tehnologiju njihove izrade, pružilo i uvid u geografsku provenijenciju iskorištenog materijala.³³⁰ Također bi otkrilo je li se doista na brodu *Sv. Jerolim* pri oblaganju trupa olovom koristilo i platno.

Valja spomenuti i debljinu olovnog lima, koja nam može ukazati na to je li on bio izrađen kovanjem, lijevanjem ili mljevenjem, iako je za sigurnu identifikaciju potrebno provesti analizu jednom od arheometrijskih metoda koja bi otkrila strukturu atoma olova u uzorku.³³¹ Kod naših je primjeraka debljina mjerena skupa s organskim naslagama, tako da ne pokazuje debljinu lima, već debljinu cjelokupne zaštite. Najmanja izmjerena debljina lima iznosi 0,05 cm, a najveća debljina lima i pripadajućih zaštitnih slojeva 1,3 cm. Mjere koje se najčešće ponavljaju su 0,1 i 0,2 cm, a prosječna vrijednost svih iznosa je 0,39 cm.

U budućnosti bi bilo zanimljivo određene uzorke očistiti od organskih dijelova te potom zabilježiti debljinu olovnog lima, nakon čega bi se mogle povući paralele s ostalim brodovima iz ovoga razdoblja, iako objavljene informacije nisu obilne.³³² U literaturi

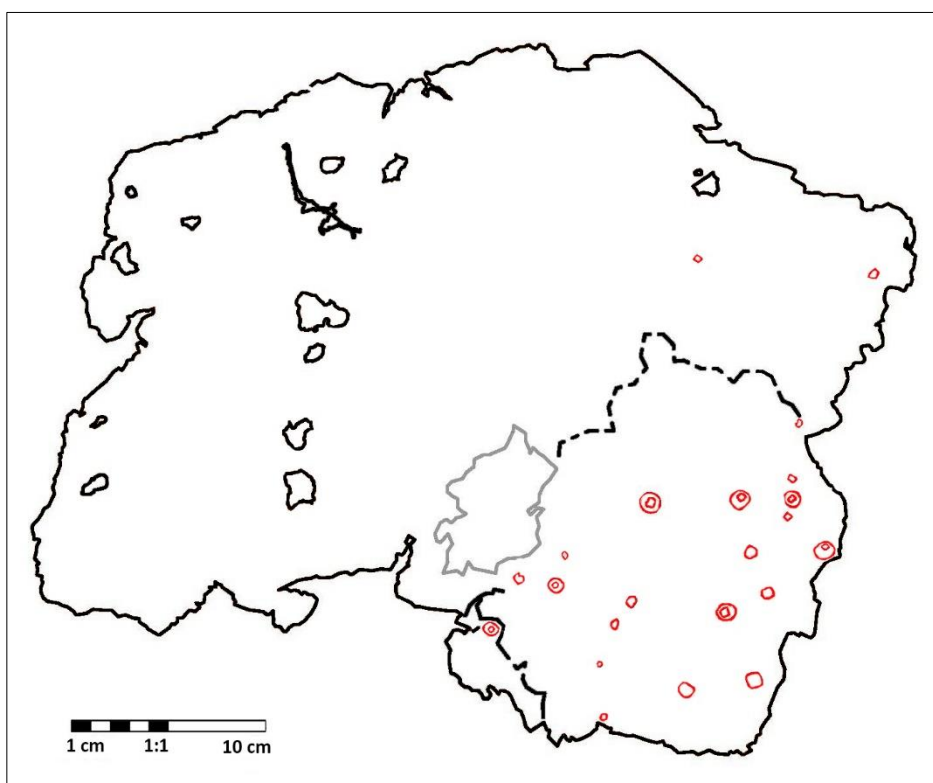
³³⁰ L. WHITE, B. STERN, 2017, 339-342.

³³¹ Y. KAHANOV, D. ASHKENAZI, 2011, 769-773.

³³² M. VEYRAT, 2016, 390, 392; R. C. SMITH et al., 1995, 60; F. W. CASTRO, 2005, 28, 138; C. MALCOM, 2000-2001; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 178.

najčešće samo piše da je olovni lim bio „tanak“,³³³ što ne znači mnogo, budući je sav olovni lim korišten za zaštitu broorskoga trupa bio relativno tanak.

Osim načina spajanja i smole, na artefaktu SU.2015.32 možemo promatrati i način spajanja uz pomoć čavlića, koji se većinom pojavljuju na mjestu preklapanja ploča (Sl. 49). Moguće je da su perforacije na suprotnoj strani komada isto ostaci rupa za čavle, ali su previše degradirani da bi se iz njih mnogo dalo zaključiti. Rupe za noge čavla su na ovome primjerku redom kvadratne, što upućuje na isti takav presjek noge, a oko rupe se vide i kružni otisci, što upućuje na kružnu glavu čavla. Dimenzije noge čavla iz ovoga iznose 0,3 x 0,3 cm i 0,4 x 0,4 cm. Promjeri glava su 0,7, 0,8 i 1 cm.



Slika 49 – Ilustracija SU.2015.32. Crvenom bojom su označeni čavli, sivom inkrustacija, a isprekidanom linijom je označeno gdje se nalazi drugi komad olovnog lima. (autor: T. Festini)

Na ovome primjerku nije vidljiv nikakav uzorak pri pričvršćivanju, ali isti jest vidljiv na velikom komadu olovnog lima premazanim crnom smolom na lokalitetu, i to onom na zapadnome kraju iskopa, kojemu je izmjerena širina (Sl. 40, lijevi crveni komad). Tu su identični čavlići pribodeni na rub u linearnom uzorku, a prekrivaju i cijelu površinu lima na

³³³ K. J. CRISMAN, C GARCIA, 2001, 3.

dijelu gdje on prelazi preko gornjeg lica drvenog elementa konstrukcije. Razmak između čavlića iznosi redom od sjevera prema jugu: 3,5, 4,5, 5,3 i 6 cm, što znači da niti ovdje udaljenosti nisu jednake. Slična se situacija pojavljuje i na nalazu SU.2015.42 (broj 42 u katalogu nalaza), na kojemu razmak između pojedinih rupa iznosi 3, 1,7 i 5,2 cm.

Što se samih čavala za pričvršćivanje olovne obloge tiče, na nalazištu za sada nije pronađen niti jedan, što bi upućivalo na to da su bili izrađeni od željeza te da su nestali pod utjecajem galvanske korozije. Na to bi upućivali i ostaci hrđe na nekim primjercima oko rupa.



Slika 50 – Otisak i perforacija čavla s kvadratnom nogom i okruglom glavom (foto: K. Batur)

Okvirne dimenzije čavala se mogu dobiti iz naših nalaza fragmenata olovne obloge. Tako vidimo da su noge čavala bile kružnog, kvadratnog, ili, samo u dva slučaja, pravokutnog presjeka. Dimenzije kružnih nogu je teško odrediti, budući su se mnoge perforacije vjerojatno povećale s vremenom. Tako je najveći promjer kružne rupe za čavle 3,5 cm, a najmanji 0,1. Prosječna je vrijednost 1,07 cm. Što se tiče nogu kvadratnog presjeka, najdeblja iznosi 2,5 x 2,5 cm, a najtanja 0,2 x 0,2 cm. Prosječna je vrijednost 0,65 x 0,65 cm. U pravokutnim presjecima se strane perforacije razlikuju samo za milimetar ili dva, što bi moglo biti rezultat propadanja olova ili mjerenja.

Otisci glava čavala su većinom kružni te su često vidljivi oko rupe za čavle (Sl. 50). Najveći zabilježeni promjer glave je 2,8 cm, a najmanji 0,7 cm. Prosječna je vrijednost 1,68 cm. U dva slučaja su vidljivi otisci kvadratnih glava čavala u smoli i oba iznose 0,5 x 0,5 cm, međutim, moguće da su oni povezivali platice za trup, a ne olovnu oblogu, budući na njima nema perforacije.

Željezni čavli za pričvršćivanje olovne obloge za trup broda za sada su nađeni na brodovima Emanuel Point I³³⁴ i *Nossa Senhora dos Mártines*.³³⁵ Na svim objavljenim nalazištima (Molasses Reef, *Lomellina*, Emanuel Point I, *Nossa Senhora dos Mártines*, *Mauritius*, *Santa Margarita*, *Vergulde Draak*) čavli su imali kružne glave,³³⁶ a onaj najbliži našem je na *Vergulde Draak*, gdje iznosi 1,4 do 1,6 cm.³³⁷ Promjer noge je objavljen samo u dva slučaja i u nijednom ne odgovara našem brodu.³³⁸

Ovdje je bitno napomenuti da ovakve usporedbe ne znače puno ako se rupe čavala ne izmjere precizno, a kod primjeraka olovnog lima sa *Sv. Jerolima* je često bilo teško odrediti koja je perforacija načinjena pribijanjem čavla, a koja je rezultat propadanja olovnog lima. Također, A. W. Marr je primijetio kako otisci čavala u olovu i izljev čavla koji je dobio iz korodirane ljuske istog ne odgovaraju jedan drugome. Drugim riječima, otisak čavla je bio nešto veći, što je vjerojatno uzrokovano dugim trenjem čavla uz podlogu izazvanim djelovanjem tlaka pod površinom mora koji pritišće čavao uz lim.³³⁹

Atomska struktura i kemijski sastav olovne obloge biti će temelj budućih istraživanja, a isto je i s analizom izotopa olova, uz pomoć koje bi se moglo utvrditi potječe li olovo za izradu ploča iz nekog lokalnog izvora, odnosno Bosne ili Srbije, ili je uvezeno a nekog drugog mjesta u Europi. Rečena analiza omogućila bi uvid ne samo u tehnološku izvedbu olovne obloge na brodovima i mediteransku brodograđevnu praksu u drugoj polovici 16. stoljeća, već bi doprinijela i proučavanju trgovine i metalurgije ranoga novog vijeka u Europi.

³³⁴ A. W. MARR, 2006, 7, 35.

³³⁵ F. W. CASTRO, 2005, 138.

³³⁶ D. H. KEITH, 1987, 168; M. VEYRAT, 2016, 390; R. C. SMITH et al., 1995, 62; A. W. MARR, 2006, 36, 44; F. W. CASTRO, 2005, 138; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 179; C. MALCOM, 2000-2001.

³³⁷ W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 179.

³³⁸ F. W. CASTRO, 2005, 138; W. VAN DUIVENVOORDE, 2015a, 179.

³³⁹ A. W. MARR, 2006, 43-46.

5.2 Katalog nalaza

1.

Inventarni broj: SU.2015.001

Pozicija: D3.3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

12.5; 10.2; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom smolom i inkrustacijom.



2.

Inventarni broj: SU.2015.002

Pozicija: D3.3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.7; 4.5; 1.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom smolom i inkrustacijom.



3.

Inventarni broj: SU.2015.003

Pozicija: E3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

2.8; 7.2; 0.8

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: tri perforacije, jedna je pravokutna: \varnothing 3, 0.5, 1 cm; udaljenost među njima iznosi 4.5-5 cm.

Opis: Ulomak olovnog lima s tri perforacije, od čega su dvije sigurno, a jedna možda rupe za čavle. Na dijelu olova su vidljivi ostaci crne smole i prekriven je inkrustacijom.



4.

Inventarni broj: SU.2015.004

Pozicija: E3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

12.5; 7.5; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Rupe za čavle: nema

Opis: Ulomak olovnog lima bez posebnih obilježja.



5.

Inventarni broj: SU.2015.005

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

13; 5.3; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: dvije perforacije, \varnothing 0.8 cm, udaljenost 6.6 cm

Opis: Zakrivljeni ulomak olovnog lima, s dvije duže možda ravno odrezane strane. Rupe za čavle se nalaze na sredini komada, koji je na dijelovima s obje strane premazan crnom smolom.



6.

Inventarni broj: SU.2015.006

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

11.1; 5.8; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: jedna perforacija

Opis: Ulomak olovnog lima s jednom oštećenom rupom za čavao.



7.

Inventarni broj: SU.2015.007

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm): 10; 7.9; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna perforacija, \varnothing 0.7 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven na dijelovima smeđom smolom. Jedan dio je zakrivljen, a promjer mu iznosi 0.7 cm. Pri kraju zakrivljenog dijela se nalazi rupa od čavla.



8.

Inventarni broj: SU.2015.008

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm): 8.5; 5.7; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima bez posebnih obilježja.



9.

Inventarni broj: SU.2015.009

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm): 7.1; 5.5; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom smolom s jedne strane. Na jednom od kraćih rubova se vidi kako se dva komada olovnog lima preklapaju.



10.

Inventarni broj: SU.2015.010

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

3; 2.7; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna perforacija, \varnothing 0.6 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven na dijelovima tamnom smolom, s rupom za čavao.



11.

Inventarni broj: SU.2015.011

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4.4; 4; 0.7

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smeđom smolom i inkrustacijom.



12.

Inventarni broj: SU.2015.012

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.5; 5; 0.8

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: \varnothing rupe za nogu: 0.5 cm,
 \varnothing otiska glave: 1.9 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s otiskom ovalne glave čavla na jednoj strani i s kvadratnom rupom za nogu. Premazan smolom s obje strane.



13.

Inventarni broj: SU.2015.013

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6.8; 3.5; 0.4

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane.



14.

Inventarni broj: SU.2015.014

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.4; 3; 0.4

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane.



15.

Inventarni broj: SU.2015.015

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4; 2.8; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom.



16.

Inventarni broj: SU.2015.016

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4; 2.5; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom.



17.

Inventarni broj: SU.2015.017

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4; 1.5; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne i inkrustacijom s druge strane.



18.

Inventarni broj: SU.2015.018

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

3.6; 2.3; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane. Dvije duže strane su možda ravno rezane.



19.

Inventarni broj: SU.2015.019

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
5.2; 2.2; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima s inkrustacijom.



20.

Inventarni broj: SU.2015.020

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
3.8; 1.8; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Zakrivljeni ulomak olovnog lima prekriven smolom.



21.

Inventarni broj: SU.2015.021

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
8.3; 5.2; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom i smeđom smolom.



22.

Inventarni broj: SU.2015.022

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

8.2; 5.5; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: otisak ovalne glave (ø 2.8 i 2.3 cm)
i pravokutne noge (0.6 x 0.6 cm) čavla.

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom
smolom s nutarnje i smeđom s vanjske strane.
S nutarnje strane se vidi otisak glave čavla.



23.

Inventarni broj: SU.2015.023

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

9.6; 5; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom
smolom s jedne strane i smeđom s druge strane.



24.

Inventarni broj: SU.2015.024

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

8.2; 6; 0.7

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom
i inkrustacijom.



25.

Inventarni broj: SU.2015.025

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

8.3; 6.2; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: otisak kvadratnog čavla, 0.5 x 0.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane i inkrustacijom s druge. Na strani sa smolom se vidi otisak čavla.



26.

Inventarni broj: SU.2015.026

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6.7; 4.5; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane.



27.

Inventarni broj: SU.2015.027

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.2; 3.8; 1.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane i inkrustacijom s druge.



28.

Inventarni broj: SU.2015.028

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

7.8; 4.7; 0.9

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven tamnom smolom s jedne strane i svjetlijom s druge.



29.

Inventarni broj: SU.2015.029

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.7; 3.2; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smeđom smolom s jedne strane i tragovima crne smole i inkrustacijom s druge strane.



30.

Inventarni broj: SU.2015.030

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

3.4; 2.7; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane.



31.

Inventarni broj: SU.2015.031

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4.4; 3.7; 0.3

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: nema

Opis: Ulomak inkrustiranog olovnog lima, prepolovljen u dva dijela.



32.

Inventarni broj: SU.2015.032

Pozicija: B3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

38.2; 31.4; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nepravilne perforacije na donjem limu \varnothing 1, 1.2, 2.9 i 3.5 cm; oble glave čavala na gornjem limu \varnothing 0.7, 0.8 i 1 cm; kvadratne noge čavala na donjem limu 0.3 x 0.3 cm i 0.4 x 0.4 cm; udaljenosti između perforacija na donjem limu. Svi su čavli različitih udaljenosti, od 0.4 do 5 cm.

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane i mogućim proširenim rupama za čavle. Na njega je velikim brojem čavlića pričvršćen još jedan ulomak olovnog lima, također premazan smolom s obje strane.



33.

Inventarni broj: SU.2015.033

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

18.5; 9.5; 0.4

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: tri perforacije, \varnothing 1.6, 1.3 i 0.6 cm; udaljenost među njima je 4.7 i 2.1 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven inkrustacijom, s tri perforacije, od čega su dvije vjerojatno rupe za čavle.



34.

Inventarni broj: SU.2015.034

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

16; 25; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedan kvadratni otisak u smoli, 0.4 x 0.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom smolom s obje strane. Na jednoj se strani vidi udubina u smoli koju je ostavio kvadratni čavao.



35.

Inventarni broj: SU.2015.035

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

10.2; 8.2; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Zakrivljeni ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane.



36.

Inventarni broj: SU.2015.036

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

15.9; 9.1; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nepravilna perforacija 2.8 x 1.5 cm

Opis: Ulomak zakrivljenog olovnog lima prekrivenog smolom s obje strane i s nepravilnom perforacijom po sredini.



37.

Inventarni broj: SU.2015.037

Pozicija: D2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

10.6; 8.4; 0.1

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: tri kvadratne rupe od čavala: \varnothing 0.5, 0.4 i 0.3 cm

Opis: Zakrivljeni ulomak olovnog lima s tri rupe za čavle.



38.

Inventarni broj: SU.2015.038

Pozicija: B2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

4.1; 3.9; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: kvadratna inkrustacija čavla (0.5 x 0.5 cm)

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom.



39.

Inventarni broj: SU.2015.039

Pozicija: B2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6; 5.8; 0.7

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom.



40.

Inventarni broj: SU.2015.040

Pozicija: B2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

7.5; 5.5; 1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom s obje strane.



41.

Inventarni broj: SU.2015.041

Pozicija: B2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

7.5; 8.2; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: Jedna perforacija, \varnothing s jedne strane 0.9 cm, a s druge 1.2 cm.

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom s obje strane. Ima jednu rupu od čavla.



42.

Inventarni broj: SU.2015.042

Pozicija: B2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

17; 11.9; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: pet kvadratnih perforacija, \varnothing 1, 0.8 i 1.4 cm; udaljenost između njih iznosi 3, 1.7 i 5.2 cm.

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane. Ima 5 kvadratnih rupa za čavle.



43.

Inventarni broj: SU.2015.043

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

9.9; 2.9; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna kvadratna perforacija, 0.5 x 0.5 cm

Opis: Savinuti ulomak olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom, s jednom rupom za čavao.



44.

Inventarni broj: SU.2015.044

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6.6; 6.4; 0.6

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane.



45.

Inventarni broj: SU.2015.045

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

10.5; 8.7; 0.6

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: možda dvije male perforacije

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane, možda ima dvije rupe za čavle.



46.

Inventarni broj: SU.2015.046

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

9.4; 7; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak zakrivljenog olovnog lima prekriven smolom i inkrustacijom.



47.

Inventarni broj: SU.2015.047

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

7; 6.2; 0.8

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane.



48.

Inventarni broj: SU.2015.048

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
9.9; 8.2; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna kvadratna (1.3 x 1.3 cm) i jedna kružna (ø 0.7 cm) perforacija

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s dvije strane i s dvije perforacije.



49.

Inventarni broj: SU.2015.049

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
8; 6.9; 0.3

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: perforacija ø 0.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s jednom rupom od čavla.



50.

Inventarni broj: SU.2015.050

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):
5.8; 5.2; 0.5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane.



51.

Inventarni broj: SU.2015.051

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6; 5.5; 0.1

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna kvadratna perforacija, 0.5 x 0.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s jedne strane, na jednom dijelu je pravilno zakrivljen. Ima jednu rupu od čavla.



52.

Inventarni broj: SU.2015.052

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

21; 13.6; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: perforacije različitih veličina, najmanja \varnothing 0.6 cm, a najveća \varnothing 1 cm, razmak među njima od 4.5 do 8 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s pet perforacija različitih veličina i udaljenosti.



53.

Inventarni broj: SU.2015.053

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

17.4; 8.1; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: dvije perforacije, \varnothing 0.6 cm, udaljenost 4.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s dvije duže možda ravno odrezane strane. Smola se nalazi s obje strane, a ulomak ima i dvije rupe za čavle.



54.

Inventarni broj: SU.2015.054

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

17.2; 14; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: jedna kvadratna perforacija, 0.4 x 0.4 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane i s jednom rupom za čavao. Moguće još tri rupe za čavle, ali su oštećene.



55.

Inventarni broj: SU.2015.055

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6; 5; 0.4

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: nema

Opis: Inkrustirani ulomak olovnog lima.



56.

Inventarni broj: SU.2015.056

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

10.7; 0.7; 0.4

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: pravokutna perforacija 0.6 x 0.3 cm

Opis: Inkrustirani ulomak olovnog lima s ostacima smole. Pravokutna perforacija je možda rupa od čavla.



57.

Inventarni broj: SU.2015.057

Pozicija: B3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

16.9; 10.7; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima s pravilnim zakrivljenjem s jedne strane (Ø 2 cm)



58.

Inventarni broj: SU.2015.058

Pozicija: B3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

8.5; 6.7; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: perforacija Ø 0.1 cm

Opis: Zakrivljen ulomak olovnog lima s perforacijom koja je možda rupa od čavla.



59.

Inventarni broj: SU.2015.0062

Pozicija: C2.4

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

11; 10; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: perforacija od noge Ø 0.2 cm, otisak glave 1.7 cm

Opis: Ulomak olovnog lima pokrivenog smolom s jedne strane. Na suprotnoj strani se vidi otisak glave čavla i kružna rupa od noge čavla. Jedna veća perforacija na rubu ulomka je možda druga rupa od čavla.



60.

Inventarni broj: SU.2015.0064

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

23; 6.2; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: tri perforacije 0.5 x 0.5 cm, jedna 0.8 x

0.5 cm; udaljenosti među rupama 4.5, 5 i 6 cm

Opis: Ulomak olovnog lima ravno rezan s jedne strane. Vidljive su četiri kvadratne rupe za čavle. Ulomak je djelomično prekriven smolom.



61.

Inventarni broj: SU.2015.065

Pozicija: C2

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

17.5; 8; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane.



62.

Inventarni broj: SU.2015.067

Pozicija: površinski nalaz, izvan mrežišta

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

10.5; 6; 0.7

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: otisak glave \varnothing 2.3 cm; rupa za nogu \varnothing 0.5 cm

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven smolom s obje strane i s jednom rupom od čavla te otiskom glave čavla.



63.

Inventarni broj: SU.2015.068

Pozicija: površinski nalaz, izvan mrežišta

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5; 4.5; 1.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven slojem crne smole s jedne strane i jednim slojem crne i jednim smeđe boje s druge strane. U tome zadnjem, smeđem sloju se vidi valoviti uzorak koji bi mogao biti otisak tkanine.



64.

Inventarni broj: SU.2016.010

Pozicija: D3

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

5.9; 5; 0.2

Organski materijal, da/ne: ne

Čavli: obla perforacija \varnothing 0.7 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s rupom od željeznog čavla. Na jednoj se strani vidi da je lim ravno odrezan.



65.

Inventarni broj: SU.2016.024

Pozicija: D7

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

7; 5.5; 0.07

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Ulomak olovnog lima prekriven crnom smolom s jedne strane.



66.

Inventarni broj: SU.2016.027

Pozicija: D7

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

9; 7.4; 0.05

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: kvadratna perforacija 0.7 x 0.7 cm;
kružne perforacije \varnothing 0.4 cm

Opis: Ulomak olovnog lima s vidljivim tragovima smole s obje strane. Ima tri rupe za čavle, jednu kvadratnu i dvije oble. Izgleda da je lim ravno rezan s tri strane, a jedna se perforacija nalazi u kutu.



67.

Inventarni broj: SU.2016.041

Pozicija: između T76 i T50, izvan mrežišta

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

29.4; 11; 0.2

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: kvadratna perforacija: 0.3 x 0.3 cm;
kružne perforacije \varnothing 0.8 cm

Opis: Zakrivljeni ulomak olovnog lima, s čije nutarnje strane se vidi crna smola. Ima tri rupe za čavle, jednu kvadratnu i dvije oble.



68.

Inventarni broj: SU.2016.055

Pozicija: D11/C11

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

13; 11.5; 0.3

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Inkrustirani ulomak olovnog lima, s tragovima crne smole ispod inkrustacije.



69.

Inventarni broj: SU.2016.057

Pozicija: D11/C11

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

9; 4.6; 5

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Inkrustirani ulomak olovnog lima, s tragovima smeđe i crne smole u profilu.



70.

Inventarni broj: SU.2016.058

Pozicija: D11/C11

Dimenzije - duljina; širina; debljina (cm):

6; 5; 0.8

Organski materijal, da/ne: da

Čavli: nema

Opis: Inkrustirani ulomak olovnog lima s velikom količinom crne smole vidljive u profilu.



Zaključak

Rani novi vijek je turbulentno razdoblje u kojem se polako počinje oblikovati nova slika svijeta. Europljani otkrivaju nove kontinente, a za putovanja koriste brodove kojima se za potrebe dugog boravka na moru mijenja konstrukcija. Promjene se najviše opažaju u povećanju veličine brodova i elaboriranom jedrilju, a u brodogradnji se javlja razlika između dizajna i gradnje, što omogućuje da se određeni uspješni modeli brodova repliciraju. Stoga u 17. stoljeću možemo jasno razlikovati određene tipove takvih plovila.

Europu u to vrijeme potresaju religijski i nacionalni ratovi, a Dubrovačka Republika nalazi se na krajnjem istoku tih događanja, na granici s Osmanskim Carstvom. Iako joj je u prethodnim razdobljima takav položaj pomogao da se uzdigne, sredinom 16. stoljeća blizina Turske i Venecije počinje loše utjecati na njezinu trgovinu te razvoj Republike polako stagnira. Strašan bio je strašan potres koji je krajem 17. stoljeć uništio cijeli grad. Nakon toga Dubrovnik se sporo oporavlja.

Brod *Sv. Jerolim* koji je predmet ovog rada plovio je upravo u tom prijelaznom razdoblju Dubrovačke Republike, kada ona još živi na starom sjaju, ali polako osmanska prevlast uzima svoj danak. Brod je potonuo u uvali Suđurađ na otoku Šipanu 1576. godine, u dijelu nasljednog dubrovačkog područja.

Brod je prvi puta istraživao u tri arheološke kampanje pod vodstvom Anice Kisić, u razdoblju od 1972. do 1974. godine, a podvodnim je istraživanjima rukovodio Zdenko Brusić. Nakon toga, projekt je zamro radi nedostatka financijskih sredstava te se godinama, osim kratkih pregleda terena 2000. i 2008. godine, na nalazištu nije odvijalo ništa. Istraživanja je ponovno pokrenula Irena Radić Rossi 2015. godine, u sklopu projekta AdriaS (Archaeology of Adriatic Shipbuilding and Seafaring / Arheologija jadranske plovidbe i brodogradnje).

Nalazište pokriva površinu od otprilike 566 m², od čega je samo najplićih 36 m² do sada zahvaćeno istraživanjem. Čini se kako je riječ o pramčanom dijelu broda, koji je našao svoje mjesto na dubini od 28 m, dok se krmeni dio nalazi nešto dubljeu smjeru jugoistoka. Na sredini nalazišta leži skupina balastnog kamenja, južno od koje je skupina raznorodnih korodiranih metalnih elemenata. Jedno sidro nalazi se sjeverno, a drugo jugoistočno od nalazišta.

Sukladno preliminarnoj interpretaciji nalaza, istraživanjima su do sada otkrivene kobilica i hrptenica broda, na koje se naslanjaju rebra i oplata lijevog boka, još uvijek *in situ*. Dijelovi oplata desnog boka također su vidljivi, ali se ne nalaze u originalnom položaju. Drveni elementi bili su povezani željeznim čavlima, od kojih se većina raspala. Posebno zanimljiv dio konstrukcije je olovna obloga.

Takva se obloga po prvi puta pojavljuje u antici, a nakon dugog vremenskog razdoblja u kojem se ne koristi, ponovo ju nalazimo u 16. stoljeću. U to je vrijeme rađena od ploča olovnog lima koje su se čavlima pribijale za vanjsku stranu trupa broda. Rečene ploče izrađivane su najvjerojatnije tehnikom lijevanja u kalupima, na podlozi od pijeska ili platna.

O upotrebi olova za zaštitu broskog trupa u ranome novome vijeku govore nam brojni pisani izvori. Najstarije od njih pronalazimo u Španjolskoj, gdje su tri karavele potrebne za ekspediciju Pedrarias Dávila između 1513. i 1514. godine oblože olovom. Iz isprava saznajemo i imena tih brodova: *San Clemente*, *Santa Maria de la Consolación* i *Santa Catalina*.

Iz inventara broda *Grande Maitresse*, datuma 5. rujna 1526. godine, saznajemo da se olovna obloga koristila i na đenoveškim brodovima, a prva upotreba olova na broskome trupu u Engleskoj datira iz 1553. godine, kad je obložena kobilica brodova ekspedicije Sir Hugh Willoughbyja.

Početkom 17. stoljeća olovnu oblogu je počela koristiti i Nizozemska istočno indijska kompanija (VOC). Od 1603. godine njihovi su brodovi morali biti obloženi olovom koje se stavljalo na oplatu, a iznad sloja olova trebao je doći još jedan sloj drvene obloge od bora. Ipak, u službi VOC-a takva je zaštita potrajala vrlo kratko, jer se već 1606. godine izričito navodi kako se brodovi moraju zaštititi bez olova.

O popravcima broskog trupa upotrebom olova saznajemo iz brojnih dokumenata, a nalazimo i svjedočanstva o upotrebi olova za zaštitu sljubnica i kao obranu od artiljerije.

Najmlađe je svjedočanstvo o sudskoj parnici između brodograditelja i mornaričkih službenika na jednoj strani i *Mill'd Lead Company* na drugoj. Naime, britanski metalurzi Sir Philip Howard i Sir Francis Watson razvili su 1670. godine tzv. mljeveno olovo (*eng. milled lead*), koje se proizvodilo strojno, tako da su se olovne ploče prešale između dva valjka. Uvidjevši korist ovakvog izuma, engleska Kraljevska mornarica je 1670. godine izdala

naredbu da se mljevenim olovom obloži dvadeset brodova u njezinom vlasništvu. Ubrzo su nastali problemi gubitka željeznih dijelova brodske opreme zbog utjecaja galvanske korozije te je provedena istraga na tu temu, u kojoj je kompanija odgovorna za postavljanje olova na brodove, *Mill'd Lead Company*, izvukla deblji kraj. Nakon tog događaja olovo se više ne postavlja na brodove engleske ratne mornarice.

Što se tiče znanstvenih radova na temu olovne zaštite u ranome novome vijeku, njih nema mnogo. Najčešće se spominje u djelima koja se bave analizom brodske konstrukcije, i to često kao određeni kuriozitet, a ne kao njezin sastavni dio. Još je manje primjera u kojima se navode detalji vezani uz olovnu zaštitu, odnosno gdje se ona na brodu nalazila i koje su njezine osnovne karakteristike. Iznimku čine tri rada: *The Mica Shipwreck: Deepwater Nautical Archaeology in the Gulf of Mexico*, diplomski rad T. N. Jonesa, iz 2004. godine; *A Comprehensive Investigation of Lead Sheathing from the Emanuel Point Shipwrecks in Pensacola Bay, Florida*, diplomski rad A. W. Marra iz 2006. godine te *Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe - XIXe siècles): Le cas du littoral français*, doktorska disertacija M. Veyrat.

Prvi autor kaže kako razvoj tehnika zaštite broorskoga trupa nije bio linearan, pri čemu bi jedna metoda zamijenila drugu, već je upotreba jedne metode rezultat puno praktičnih i skupih eksperimenata, pri čemu bi se brodograditelji često, kada se jedna metoda ne bi pokazala uspješnom, vraćali na onu staru. A. W. Marr je metodom eksperimentalne arheologije pokazao da olovna zaštita nije bila savršena u obrani od brodskih crva, budući bi rečeni mekušac pojeo svo drvo do tik ispod olova. Također je otkrio kako bi setvakav sistem zaštite u potpunosti raspao za malo više od tri godine, dok bi joj se nakon dvije ozbiljno narušio strukturalni integritet. Po ovome je autor zaključio kako bi brodovi s olovnom zaštitom stvarno mogli prijeći Atlantik bez potrebe za mijenjanjem iste, te se čak i vratiti natrag u Europu. Veyrat primjećuje istovremenu pojavu olovne obloge u Španjolskoj i Genovi te uviđa evoluciju u materijalu čavala za pričvršćivanje olova za trup broda.

U identifikaciji brodoloma koji sadržavaju olovnu zaštitu na trupu broda nailazimo na brojne probleme. Prvi od njih je slaba istraženost takvih nalazišta u razdoblju o kojem je riječ te njihovo kontinuirano pljačkanje. Drugi je pak u tome što se, kada ovakvi brodolomi i postanu predmeti objave, olovna zaštita gura u pozadinu. Zbog toga su sakupljene informacije predstavljene u ovome radu manjkave.

Brodovi na kojima je iskorišteno olovo kao sredstvo zaštite brodskoga trupa u ranom novom vijeku, ili barem pokazuju naznake istog, su sljedeći: Molasses Reef, Highborn Cay, Cais do Sodré, *Lomellina*, *Santa Maria de Yciar*, *San Esteban*, Emanuel Point I, Emanuel Point II, *Santo António* (svi iz 16. stoljeća); Mortella III, Angra B, Angra D (sa prijelaza stoljeća); *Nassau*, *Nossa Senhora dos Mártires*, *Mauritius*, *San Martín*, *Nuestra Señora de Atocha*, *Santa Margarita*, *Vergulde Draak*, *Avondser*, Boa Vista 2 i Brsečine / Rt Gumanci (17. stoljeće).

Olovo u funkciji zaštite brodskog trupa može se podijeliti u tri skupine, s obzirom na njihove fiziološke i funkcionalne karakteristike: olovna obloga, šuperenje olovom i olovne zakrpe. Olovnu oblogu karakterizira potpuno pokrivanje brodskoga trupa olovnim limom, pri čemu se olovne ploče barem jednim svojim dijelom preklapaju. Razlikujemo unutarnju i vanjsku oblogu. Vanjska se obloga nalazi na vanjskom dijelu brodskog trupa, a unutarnja između oplata broda i obloge od drva. Takav vid zaštite zastupljen na brodovima *Nassau*, *Zierikzee*, *Mauritius*, *Lomellina* i Angra D. Šuperenje olovom je pokrivanje sljubnica na trupu broda prilikom brodogradnje olovnim trakama. Takve trake u nekim slučajevima pokrivaju neki drugi materijal u vidu kučine koji je prvotno uguran u sljubnice, a ponekada su tu ugurane i olovne niti. Ovakva zaštita je zastupljena na brodovima Molasses Reef, Highborn Cay, *San Esteban*, Emanuel Point I, Emanuel Point II, *Santo António*, *Nossa Senhora dos Mártines* i Boa Vista 2. Olovne zakrpe označavaju pokrivanje samo određenog manjeg dijela broda olovnim limom, koji je najčešće malih dimenzija, a imaju ih *Vergulde Draak*, *Avondster*, Molasses Reef, *Santa Maria de Yciar*, Emanuel Point I, Emanuel Point II i *Nossa Senhora dos Mártines*.

Iz geografske rasprostranjenosti brodova je moguće zaključiti kako su svi, osim onih u Europi, nađeni u toplim morima, a vrhunac upotrebe olovnog lima nalazimo u početku 17. stoljeća, pri čemu su vidljive neke razlike u upotrebi ako u analizu uključimo pisane izvore, nasuprot one koja se temelji samo na arheološkim nalazima. Još veća razlika nastaje kada brodovima odredimo kulturnu pripadnost, čime dolazimo do zaključka kako je određena konstanta upotrebe olova za zaštitu brodskog trupa vidljiva samo u Španjolskoj i Portugalu. U Nizozemskoj je vrhunac vidljiv između 1603. i 1606. godine, a znatniji je u Engleskoj krajem 17. stoljeća. Podaci o Genovi nedostatni su za ikakvu analizu u ovom smislu.

Kod broda Sv. Jerolim nalazimo olovne ploče koje su vjerojatno izrađene lijevanjem u kalupima, dimenzija 50 x 229 cm. Koncentracija ploča za sada je najgušća u predjelu

hrptenice, dokobiličnih platica i prvih par vojeva koji čine dno broda. Fragmenti olovnog lima nalaze se i u dubljem, još nedovoljno istraženom dijelu nalazišta, tako da je moguće da je veći dio broda bio pokriven olovnim limom, što je potrebno provjeriti daljnjim istraživanjima.

Olovne ploče spajane su na trup broda željeznim čavlicima kružnih glava, prosječne dimenzije 1,68 cm, dok su rupe nogu čavla imale kružni ili kvadratni presjek. One kružne imaju prosječni promjer 1,07 cm, a one kvadratne su prosječnih dimenzija 0,65 x 0,65 cm. Između olovnih ploča i broskog trupa, te također na olovnim pločama nalazila se velika količina smole koja je većinom crne boje, što bi upućivalo na katran ili bitumen, a na mjestima nalazimo i svjetliju smolu. Jedan primjerak olovnog lima s ostacima smole ima valoviti otisak koji usporedbom sa sličnim nalazom s broda Emanuel Point I možda predstavlja trag platna koje se, ukoliko je doista tako, stavljalalo između trupa broda i olovne obloge.

Olovne ploče stavljale su se na trup broda tako da su se djelomično preklapale na kraćim dijelovima, a povezivanje na dužim dijelovima još uvijek nije dovoljno jasno. Na određenim se dijelovima na nalazištu vidi kako su olovne ploče omotane oko platica broda te kako izviru između njih, što bi možda moglo predstavljati sistem gradnje uz simultano postavljanje platica i olovne obloge, ali bi moglo biti i rezultat procesa formiranja lokaliteta.

Zaključno, ovim diplomskim radom ostvareni su svi ciljevi postavljeni u njegovom uvodnom dijelu, barem u njihovoj osnovnoj formi. Literatura na ovu temu je iznimno oskudna i teško dostupna tako da bi za buduća istraživanja bilo korisno locirati više stručnih izvješća s terena i materijala u kojima bi se možda nalazili podaci o olovnom limu na nalazištima koja ga sadržavaju.

Što se tiče materijala s broda Sv. Jerolim, tu su studije tek u začetku. U budućnosti je potrebno zasebno označiti ploče olovnog lima na morskome dnu i utvrditi za koje drvene elemente brodske konstrukcije se vežu i kako. Za fragmentirane komade olovnog lima trebalo bi napraviti zaseban obrazac u koji bi se bilježili podaci o njihovim dimenzijama, o dimenzijama rupa i mogućim otiscima čavala, o organskom materijalu koji je spojen na olovo i o težini komada. Naime, mjereći težinu određenih ulomaka olovnog lima i dimenzije cijelih ploča lima i dijela broskog trupa koji su one pokrivale bilo bi moguće odrediti koliko je težila sveukupna obloga. Težina olovnog lima bi bila korisna i u analizi plovidbenih sposobnosti samoga broda.

Još jedan dio budućih istraživanja su arheometrijske analize, koje bi ukazale u prvom redu na sastav smole kojom je bio pokriven trup broda i olovne ploče te na postojanje ili nepostojanje platna u cijelom tom sistemu. Analiza izotopa olova trebala bi nam otkriti podrijetlo rude koja se koristila u izradi ploča olovnog lima, što bi pružilo i uvid u trgovinu olovom u kasnom 16. stoljeću.

Na kraju je još bitno napomenuti kako je žalosno što se toliko malo pozornosti u podvodnim arheološkim istraživanjima pridaje tehnikama zaštite broškoga trupa, budući su one bile jedan od ključnih elemenata funkcioniranja takvog broda na moru. Osim toga, analizom smole može se proučiti ne samo navedene tehnike, već i o floru i faunu područja u kojem je brod građen. Analizom ploča olovnog lima mogu se prikupiti podatci o rudarstvu i o trgovačkim vezama, što sve daleko nadilazi usku kategorizaciju proučavanja brodske konstrukcije *per se*. Tako ovaj rad završavam u nadi da će se ovome tehnološkom aspektu brodogradnje ranoga novog vijeka u budućnosti posvetiti malo više prijeko potrebne pozornosti.

Literatura:

- AGRICOLA, G., 1556., u: Hoover, H. C., Hoover, L. H., 1950. - *De re metallica*, Dover Publications, Inc., New York.
- ALFONSO MOLA, M., 1989. - Técnica y Economía. El Forro del Casco en las Embarcaciones del Libre Comercio, *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica: Trabajos del programa movilizador del CSIC "Relaciones científicas y culturales entre España y América*, Vol. 2, Madrid, 73-102.
- BATUR, K., I. RADIC' ROSSI, 2016. - *Podmorsko istraživanje brodoloma u uvali Suđurađ na Šipanu. Stručno izvješće za 2016.*, Arhiva konzervatorskog odjela u Dubrovniku, Dubrovnik.
- BAYLEY, J., Crossley, D., Ponting, M., 2008. - *Metals and Metalworking: A research framework for archaeometallurgy*, The Historical Metallurgy Society Ltd., London.
- BIRINGUCCIO, V., 1540., u: Price, D. J., 1959. - *De la Pirotechnia*, Basic Books, Inc., New York.
- BLAKE, W., Green, J., 1986. - A mid-XVI century Portuguese wreck in the Seychelles, *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 15, 1, Chichester, 1-23.
- BRADARA, T., *Kasnosrednjojekovna i renesansna keramika s područja Istre*, Arheološki muzej Istre, Pula.
- BROWN, H. G., 2011. - *A Study of Lead Ingot Cargoes from Ancient Mediterranean Shipwrecks*, (diplomski rad), Texas A&M University, College Station.
- BULTEEL, J., 1673. - A Letter Written to the Publisher Concerning a New Way, by an English Manufacture to Preserve the Hulls of Ships from the Worm, &c; Better for Sailing and More Cheap and Durable of than Any Sheathing or Graving Hitherto Used, *Philosophical Transactions*, 8, London, 6192-6194.
- CALLOW, M. E., Callow, J. A., 2002. - Marine Biofouling: A Sticky Problem, *Biologist*, 49, 1, London, 10-14.
- CASABAN, J. L., 2015. - *San Girolamo Report 2015*, neobjavljeno.
- CASTRO, F. V., 2005. - *The pepper wreck : a Portuguese Indiaman at the mouth of the Tagus river*, Texas A&M University Press, College Station.
- CASTRO, F. V., Yamafune, K., Eginton, C., Derryberry, T., 2011. - The Cais do Sodré Shipwreck, Lisbon, Portugal, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 40, 2, Chichester, 328-343.

- CATSAMBIS, A., Ford, B., Hamilton, D. L. (ur.), 2013. - *The Oxford Handbook of Maritime Archaeology*, Oxford University Press, Oxford.
- CHARNOCK, J., 1800. - *An History of Marine Architecture*, Vol. 1, R. Faulder, London.
- CHATTERTON, E. K., 1923. - *Sailing Ships and Their Story*, Sidgwick & Jackson, London.
- CRISMAN, K., 1999. - *Angra B: the Lead-sheathed Wreck at Porto Novo (Angra do Heroísmo, Terceira island, Azores-Portugal)*, *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 2, 1, Lisabon, 255-262.
- CRISMAN, K. J., GARCIA, C., 2001. - The Shipwrecks of Angra Bay, 2000-2001, *The INA Quarterny*, 28, 4, College Station, 3-11.
- DE ARTIÑANO, G., 1924. - The Santa Anna, *The Mariner's Mirror*, 10, 2, Oxford, 212.
- DE LA ROCHE, A. C., 2011, The Mortella II & III Wrecks: preliminary observations on two 16th-century archaeological sites discovered in Saint-Florent Bay, Corsica, France, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 40, 1, Chichester, 69-86.
- DEL MAR, A., 1886. - *Money and civilization: or, A history of the monetary laws and systems of various states since the dark ages, and their influence upon civilization*, George Bell and Sons, London.
- DE VRIES, J., van der Woude, A., 1997. - *The First Modern Economy: Success, Failure, and Perseverance of the Dutch Economy, 1500-1815*, Cambridge University Press, Cambridge.
- FINCHAM, J., 1851. - *A History of Naval Architecture*, Whittaker and Company, London.
- FERNÁNDEZ VALLÍN, A., 1893. - *Cultura científica de España en el siglo XVI*, Sucesores de Rivadeneyra, Madrid.
- FONSECA, C., Bettencourt, J., Brazão, A., Chouzenoux, C., Pinto, M., Silva, T., Carvalho, P., Coelho, I., Freire, J., 2016. - Boa Vista 1 and Boa Vista 2: first data on two Early Modern ships discovered in Lisbon (Portugal), *Proceedings of the 5th International Congress on Underwater Archaeology: A heritage for mankind, Cartagena, October 15th-18th, 2014*, Madrid, 957-967.
- FRAGA, T. M., BETTENCOURT, J. A., 2017. - The Angra D wreck (Azores, Portugal). Study and reconstruction of an Iberian ship, *Ships and Maritime Landscapes, Proceedings of the Thirteenth International Symposium of Boat and Ship Archaeology*, Amsterdam 2012, Amsterdam, 445-449.
- FRANZEN, A., 2004. - *Pregled povijesti crkve*, Kršćanska sadašnjost, Zagreb.

- GARCIA, C., MONTEIRO, P., 1998. - *Intervenção arqueológica no âmbito da construção da marina de Angra do Heroísmo: 2ª Fase - 1998 Escavação e demontagem dos destroços dos navios Angra C e Angra D*, (izvještaj s istraživanja), Lisbon.
- GARCIA, C., MONTEIRO, P., 2001. - The excavation and dismantling of Angra D, a probable Iberian seagoing ship, Angra bay, Terceira Island, Azores, Portugal. Preliminary assessment, *Proceedings: International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian-Atlantic Tradition*, Lisbon, 431-447.
- GREENWOOD, N. N., Earnshaw, A., 1997. - *Chemistry of the Elements*, Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford.
- GUÉROT, M., Campodonico, P., Giannino, A. S., 2000. - *Le Grandi Navi del Rinascimento/ Les Grands Navires de la Renaissance*, Tormena, Genova.
- GUÉROT, M., Rieth, E., The wreck of the *Lomellina* at Villefranche sur Mer, *Excavating ships of war*, Oxford, 38-50.
- GUSAR, K., 2010. - *Kasnosrednjovjekovna i novovjekovna glazirana keramika na širem zadarskom području*, (doktorska disertacija), Sveučilište u Zadru, Zadar.
- JONES, T. N., 2004. - *The Mica Shipwreck: Deepwater Nautical Archaeology in the Gulf of Mexico*, (diplomski rad), Texas A&M University, College Station.
- HAKLUYT, R., 1598. - *The Principal Navigations, Voyages, Traffiques and Discoveries of the English Nation*, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/7476/pg7476-images.html> (11. kolovoza 2017.).
- HALE, 1702. - *An Advertisement to all that are concerned in the use of Sheet-Lead*, London.
- HAMMOND, C. R., 2017. - Elements, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, Internet Version 2017, http://hbcponline.com.proxy1-bib.sdu.dk:2048/faces/documents/04_01/04_01_0001.xhtml (16. veljače 2017.)
- HARRIS, R., 2003. - *Dubrovnik: A History*, SAQI, London.
- HOCKER, F., 1995. - Lead Hull Sheathing in Antiquity, *TROPIS 3: Third International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Athens 1989, proceedings*, Atena, 197-206.
- HOCKER, F. M., 2004. - Bottom-based Shipbuilding in Northwestern Europe, *The Philosophy of Shipbuilding: Conceptual Approaches to the Study of Wooden Ships*, College Station, 78-93.
- HOCKER, F. M., 2013. - Postmedieval Ships and Seafaring in the West, *The Oxford Handbook of Maritime Archaeology*, Oxford, 445-472.

- HOPPE, K. N., 2002. - *Teredo navalis* - The Cryptogenic Worm, *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*, Dordrecht, 116-119.
- JURAGA, I., Stojanović, I., Noršić, T., 2007. - Zaštita brodskog trupa od korozije i obraštanja, *Brodogradnja*, 58, 3, Zagreb, 278-283.
- KEITH, D. H., 1987. - *The Molasses Reef Wreck*, (doktorska disertacija), Texas A&M University, College Station.
- KISIĆ, A., 1979. - Ostaci potonuloga dubrovačkog broda iz XVI. stoljeća kraj otoka Šipana, *Anali Zavoda za povijesne znanosti Istraživačkog centra Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Dubrovniku*, 17, Dubrovnik, 73-79.
- KISIĆ, A., 2006. - La nave ragusea del XVI secolo sul fondale marino della baia di Suđurađ sull'isola di Šipan, *Archeologia subacquea in Croazia*, Studi e ricerche, Marsilio, Venecija, 127-145.
- KOENIKSBERGER, H. G., MOSSE, G. L., BOWLER, G. Q., 1994. - *Europe in the Sixteenth Century*, Longman, London i New York.
- KONCANI UHAČ, I., Boetto, G., Uhač, M., 2017. - *Zambratija - Prapovijesni šivani brod*, Arheološki muzej Istre, Pula.
- LAIDLAW, F. B., 1952. - The History of the Prevention of Fouling, *Marine Fouling and its Prevention*, Woods Hole, 211-223.
- LEMÉE, C. P. P., 2006. - *The Renaissance Shipwrecks from Christianshavn: An archaeological and architectural study of large carvel vessels in Danish waters, 1580-1640*, Narayana Press, Gylling.
- LEW, K., 2009. - *Understanding the Elements of the Periodic Table: Lead*, The Rosen Publishing Group, Inc., New York.
- LOUREIRO, V., 2012. - Regional Characteristics of the Iberian-Atlantic Shipbuilding Tradition: Arade 1 Shipwreck Case Study, *Between Continents: Proceedings of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, Istanbul, 233-240.
- LUČIĆ, J., 1968. - Prošlost elafitskog otoka Šipana (do 1300. godine), *Starohrvatska prosvjeta*, III, 10, Split, 93-164.
- LUETIĆ, J., 1969. - *1000 godina dubrovačkog brodarstva*, Zora, Zagreb.
- MAARLEVELD, T. J., 1992. - Archaeology and early modern merchant ships. Building sequence and consequences. An introductory review., *Rotterdam Papers VII.*, Rotterdam, 155-174.

- MALCOM, C. 2000-2001. - Lead Hull-Sheathing of the *Santa Margarita*, *The Navigator: Newsletter of the Mel Fisher Maritime Heritage Society*, 16, 1.
- MARDSSEN, P., 1972. - The wreck of the Dutch East Indiaman Amsterdam near Hastings, 1749: An interim report, *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 1, 1, Chichester, 73-96.
- MARR, A. W., 2006. - *A Comprehensive Investigation of Lead Sheathing from the Emanuel Point Shipwrecks in Pensacola Bay, Florida*, (diplomski rad), The University of West Florida, Pensacola.
- MARTINÓN- TORRES, M., Rehren, T., 2005. - Alchemy, chemistry and metallurgy in Renaissance Europe: a wider context for fire-assay remains, *Historical Metallurgy*, 39, 1, Chichester, 14-31.
- MARTINÓN- TORRES, M., Rehren, T., 2008a. - *Archaeology, History and Science: Integrating Approaches to Ancient Materials*, Left Coast Press, Inc., Walnut Creek.
- MARTINÓN- TORRES, M., Rehren, T., 2008b. - Metallurgy: Europe; Mining, quarrying, and salt making: Europe, *Encyclopedia of Society and Culture in Medieval World*, New York, 658-660; 722-724.
- MASTERTON, W. L., Hurley, C. N., 2009. - *Chemistry: Principles and Reactions*, Brooks/Cole Cengage Learning, Belmont.
- MENA GARCÍA, M. C., 1998. - *Sevilla y las Flotas de Indias: la Gran Armada de Castilla del Oro (1513-1514)*, Universidad de Sevilla, Fundación El Monte, Sevilla.
- MIHAJLOVIĆ, I., JURIŠIĆ, M., 2010. - Pregled podmorskih arheoloških istraživanja na dubrovačkom području od 1997. do 2005. godine, *Izdanja Hrvatskog arheološkog društva*, 24, Zagreb, 103-111.
- NAIR, N. B., Saraswathy, M., 1971. - The Biology of Wood-boring Teredinid Molluscs, *Advances in Marine Biology*, 9, Plymouth, 335-509.
- NEF, J. U., 1987. - Mining and Metallurgy in Medieval Civilisation, *The Cambridge Economic History of Europe from the Decline of the Roman Empire*, Cambridge, 691-761.
- OERTLING, T. J., 1989. - The Molasses Reef wreck study analysis: Final report, *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 18, 3, Chichester, 229-243.
- OERTLING, T. J., 1998. - The concept of the Atlantic vessel, *Proceedings: International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian-Atlantic Tradition*, Lisbon, 233-240.

- OERTLING, T. J., 2004. - Characteristics of Fifteenth- and Sixteenth-century Iberian Ships, *Philosophy of Shipbuilding: Conceptual Approaches to the Study of Wooden Ships*, College Station, 129-136.
- PARTHESIUS, R., 2010. - *Dutch Ships in Tropical Waters: The Development of the Dutch East India Company (VOC) Shipping Network in Asia 1595-1660*, Amsterdam University Press, Amsterdam.
- PENNINGTON, D. H., 1993. - *Europe in the Seventeenth Century*, Longman, London i New York.
- PERKIĆ, D., 2006. - Novi podmorski arheološki lokaliteti na širem dubrovačkom području, *Jurišićev zbornik: Zbornik radova u znak sjećanja na Marija Jurišića*, Hrvatski restauratorski zavod, 319-337.
- PETTY, W., 1691. - *A Treatise of Naval Philosophy*, <http://quod.lib.umich.edu/e/eebo/A44350.0001.001/1:15?rgn=div1;view=fulltext> (14. kolovoza 2017.)
- PÉREZ-MALLAÍNA, P. E., 1998. - *Spain's Men of the Sea: Daily Life on the Indies Fleets in the Sixteenth Century*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, London.
- PULSIFER, W. H., 1888. - *Notes for a History of Lead*, D. Van Nostrand, New York.
- RADIĆ ROSSI, I., u tisku - Osnovna terminologija za potrebe arheologije broda / Basic terminology for the purpose of nautical archaeology, *Archaeologia Adriatica*, 8 (D 2.1 / A 2.1), http://www.adriasproject.org/files/file/PUBLICATIONS/Terminologija_radno.pdf (26. lipnja 2017.)
- RADIĆ ROSSI, I., Parica, M., 2008. - Stručni očevid na podmorskim arheološkim nalazištima dubrovačkog podmorja, *Obavijesti hrvatskog arheološkog društva*, 40, 3, Zagreb, 72-81.
- RADIĆ ROSSI, I., 2015. - *Podmorsko istraživanje broda Sv. Jeronim, potonulog u uvali Suđurađ na Šipanu 1576., stručno izvješće za 2015. godinu*, Arhiva konzervatorskog odjela u Dubrovniku, Dubrovnik.
- REHREN, T., Schneider, J., Bartels C., 1999. - Medieval lead-silver smelting in the Siegerland, West Germany, *Historical Metallurgy*, 33, 2, Chichester, 73-84.
- RIETH, E., 1998. - Construcion navale à franc-bord en Méditerranée et Atlantique (XIV^e-XVII^e siècle) et „signatures architecturales“: une première approche archéologique, *Méditerranée antique: Pêche, navigation, commerce*, Pariz, 177-187.

- ROSLOFF, J., BARTO ARNOLD III, J., 1984. - The keel of the San Esteban (1554): continued analysis, *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, Chichester, 287-296.
- RUSSELL, W. C., 1899. - *The Ship: Her Story*, Frederick A. Stokes Company, New York.
- SCHWEITZER, G. K., PESTERFIELD, L. L., 2010. - *The Aqueous Chemistry of the Elements*, Oxford University Press, Oxford.
- SMITH, C. S., Forbes, R. J., 1964. - Metallurgy and Assaying, *A History of Technology Volume III: From the Renaissance to the Industrial Revolution (c 1500 - c 1750)*, Oxford, 27-71.
- SMITH, R. C., Spirek, J., Bratten, J., Scott-Ireton, D., 1995. - *The Emanuel Point Ship: Archaeological Investigations, 1992-1995, Preliminary Report*, Bureau of Archaeological Research, Division of Historical Resources, Florida Department of State.
- STEFFY, J. R., 2006. - *Wooden Ship Building and the Interpretation of Shipwrecks*, Texas A&M University Press, College Station.
- STREFTARIS, N., Zenetos, A., Papathanassiou, E., 2005. - Globalisation in marine ecosystems: The story of non-indigenous marine species across European seas, *Oceanography and Marine Biology*, 43, Columbus, 419-453.
- VAN DUIVENVOORDE, W., 2015a. - *Dutch East India Company shipbuilding: the archaeological study of Batavia and other seventeenth-century VOC ships*, Texas A&M University Press, College Station.
- VAN DUIVENVOORDE, W., 2015b. - The Use of Copper and Lead Sheathing in VOC Shipbuilding, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 44, 2, Chichester, 349-361.
- VEKARIĆ, S., 1987. - Dva primjera spašavanja broda u XVII i XVIII stoljeću u Dubrovniku, *Adrias: zbornik Zavoda za znanstveni i umjetnički rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Splitu*, 1, Split, 65-71.
- VEYRAT, M., 2016. - *Le mobilier en plomb dans la marine en bois (XVIe - XIXe siècles): Le cas du littoral français*, (doktorska disertacija), Université de Nantes, Nantes.
- WHITE, L., STERN, B., 2017. - A Sticky Business. Characterizing non-wooden shipbuilding materials using intensive analytical techniques, *Proceedings of the Thirteenth International Symposium of Boat and Ship Archaeology, Amsterdam 2012*, Amsterdam, 339-343.

YOUNG, C. F. T., 1867. - *The Fouling and Corrosion of Iron Ships: Their Causes and Means of Prevention, with the Mode of Application to the Existing Iron-clads*, The London Drawing Association, London.

Internet izvori:

ARHEOLOGIJA JADRANSKE PLOVIDBE I BRODOGRADNJE, 2016. - Arheologija jadranske plovidbe i brodogradnje, <http://www.adriasproject.org/hr/projekt/> (28. prosinca 2016.)

BITUMEN, MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY, 2017. - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/bitumen> (27. lipnja, 2017.)

EL NUEVO CONSTANTE, 2013. - <https://www.crt.state.la.us/dataprojects/archaeology/virtualbooks/NUEVO/artifact.htm> (21. kolovoza 2017.)

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA: METAL, 2008. - <https://global.britannica.com/science/metal-chemistry> (16. veljače 2017.)

HERLIHY, D., THE EMERGENCE OF MODERN EUROPE, 1500–1648, 2016. - <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-emergence-of-modern-Europe-1500-1648#toc58333> (07. kolovoza 2017.)

LEAD CASTING, 2014. - <http://www.nandu.co.uk/about-us/lead-casting/> (12. kolovoza 2017.)

MATERIAL SAFETY DATA SHEET: LEAD, 2017. - <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927204> (23. veljače 2017.)

PARKER, N. G., THE THIRTY YEARS' WAR, 2016. - <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Thirty-Years-War> (07. kolovoza 2017.)

PITCH, MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY, 2017. - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pitch> (27. lipnja, 2017.)

RUBINO, F., REAL CÉDULA, 2017. - <http://www.claseshistoria.com/glosario/real-cedula.html> (10. kolovoza 2017.)

SALMON, H. M., DISCOVERY OF THE NEW WORLD, 2016. - <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/Discovery-of-the-New-World> (07. kolovoza 2017.)

SEDWICK, D. F., 1715 FLEET, EAST COAST OF FLORIDA, 2005 - http://www.sedwickcoins.com/shipwreck_histories/1715.htm (21. kolovoza 2017.)

THE ST. JOHN'S/BAHAMAS WRECK - A MYSTERY SHIP FROM THE 1500S, 2016. - <http://www.melfisher.org/stjohn.htm> (21. kolovoza 2017.)

TAR, MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY, 2017. - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/tar> (27. lipnja, 2017.)

WEINSTEIN, D., THE RENAISSANCE, 2016. - <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Renaissance> (07. kolovoza 2017.)